

Tekstinsyöttö katseella
– Pitkittäistutkimus nopeasta tekstinsyötöstä katseella

Outi Tuisku

Tampereen yliopisto
Tietojenkäsittelytieteiden laitos
Tietojenkäsittelyoppi
Pro gradu -tutkielma
Ohjaaja: Päivi Majaranta
Kesäkuu 2008

Tampereen yliopisto

Tietojenkäsittelytieteiden laitos

Tietojenkäsittelyoppi

Outi Tuisku: Tekstinsyöttö katseella – Pitkittäistutkimus nopeasta tekstinsyötöstä katseella

Pro gradu -tutkielma, 63 sivua, 4 liitesivua

Kesäkuu 2008

Dasher on suhteellisen uusi tekstinsyöttöohjelma, jota voi ohjata monilla eri syöttölaitteilla, mm. katseenseurantalaitteella ja hiirellä. Sillä on tähän mennessä kuitenkin suoritettu varsin vähän käyttäjätutkimuksia. Tässä tutkielmassa esitellään pitkittäistutkimus, joka suoritettiin Tampereen yliopistossa Tietojenkäsittelytieteiden laitoksen katselaboratoriossa kesäkuussa 2007. Tutkimukseen osallistui 12 vapaaehtoista yliopisto-opiskelijaa. Heistä jokainen kirjoitti Dasherilla katseella kymmenen viidentoista minuutin pituista tutkimuskertaa, yhteensä kaksi ja puoli tuntia. Lisäksi jokainen osallistuja kirjoitti kymmenennellä tutkimuskerralla Dasherilla hiirellä 15 minuuttia. Tutkimuksessa käytettiin Tobii 1750 katseenseurantalaitetta. Ensimmäisen tutkimuskerran kaikkien osallistujien kirjoitusnopeuden keskiarvo oli 2,5 sanaa minuutissa, ja kymmenennen tutkimuskerran keskiarvo oli 17,3 sanaa minuutissa. Tutkimuksen päätyttyä nopeus oli yhä kasvussa. Tulokset osoittavat, että Dasherilla pystyy kirjoittamaan katseella hyvinkin suurella nopeudella, mutta maksiminopeuden saavuttaminen vaatii pidemmän ajan kuin tähän tutkimukseen käytetty aika.

Avainsanat ja -sanonnat: katse, katseenseuranta, tekstinsyöttö katseella, pitkittäistutkimus

Sisällys

1.	Johdanto	1
2.	Katse ja katseenseuranta	3
2.1.	Katseen ominaispiirteitä	3
2.2.	Katseenseuranta.....	4
3.	Tekstinsyöttö katseella.....	8
3.1.	Perinteinen menetelmä	8
3.2.	Katse-eleillä kirjoittaminen.....	9
3.2.1.	pEYEdit.....	9
3.2.2.	Iwrite.....	10
3.2.3.	StarWrite.....	11
3.2.4.	EyeWrite	12
3.3.	Zoomaavat katsekirjoitusohjelmat.....	14
3.3.1.	StarGazer	14
4.	Dasher	16
4.1.	Toimintaperiaate	17
4.2.	Dasher eri modalityteilla ja ohjauksilaitteilla	20
4.2.1.	Katse.....	20
4.2.2.	Muut.....	21
4.3.	Tulevaisuus	23
4.4.	Aikaisempia tutkimuksia katseohjattavasta Dasherista.....	24
5.	Tutkimus	29
5.1.	Tutkimusongelma.....	29
5.2.	Pilottitestit.....	29
5.2.1.	Pilottitestiosallistujat	29
5.2.2.	Pilottitestien kehitys	30
5.2.3.	Pilottitestien tulokset	30
5.3.	Osallistujat	31
5.4.	Tekniset asetukset	31
5.5.	Tehtävä.....	33
5.6.	Tutkimuksen kulku.....	34
6.	Tulokset.....	37
6.1.	Tekstinsyöttönopeus	37
6.2.	Virhesuhde	41
6.3.	Katse vs. hiiri	44
6.4.	Käyttäjätyytyväisyys.....	48
7.	Pohdinta ja päätelmät	52

7.1. Kieli.....	52
7.2. Tutkimuksen kesto	53
7.3. Katse vs. hiiri	54
7.4. Erikoistapaus	54
7.5. Yleisiä havaintoja.....	56
7.6. Jatkotutkimusideoita.....	56
8. Yhteenveto	58
 Viiteluettelo	 60

Liitteet

Liite 1: Taustatietolomake

Liite 2: Vaitiolovelvollisuus

Liite 3: Haastattelukysymykset

Liite 4: Esimerkkejä tutkimuslauseista

1. Johdanto

Katse on luonnollinen ihmisten välinen vuorovaikutustapa. Ihmiset katsovat tavallisesti henkilöä, jonka kanssa he keskustelevat. Katseella voidaan myös välittää erilaisia tunteita ja sen avulla saadaan tietoa ympäröivästä maailmasta. Henkilön katseen suunta myös yleensä välittää muille hänen huomionsa kohteen. Vaikka katse on todella luonnollinen vuorovaikutustapa, sitä ei ole hyödynnetty kovinkaan laajalti ihmisen ja tietokoneen välisessä vuorovaikutuksessa.

Katse on valintakeinona hieman ongelmallinen, mikä johtuu silmien ja katseen ominaispiirteistä. Silmien liikkeet ovat sekä tiedostettuja että tiedostamattomia. Yleensä emme ajattele silmiemme liikkeitä; ne ovatkin enemmän tai vähemmän automaattisia. Voimme kuitenkin halutessamme kontrolloida katsettamme tahdonalaisesti. Katse ei aina ole siellä missä huomiomme on. Saatamme tuijottaa jotakin kohdetta, mutta huomiomme on muualla. Tämä on ongelmana kun samaa modaliteettia käytetään sekä syötelaitteena että informaation vastaanottajana. [Jacob, 1991]

Vuorovaikutustapana katse on tehokas ihmisen ja tietokoneen välisessä vuorovaikutuksessa, koska käyttäjä normaalisti katsoo tietokoneen näyttöä ollessaan vuorovaikutuksessa tietokoneen kanssa. Katsetta voidaan käyttää osoitinlaitteena tietokoneen kanssa kommunikointiin katseenseurantalaitteen avulla, joka muuntaa käyttäjän katseen kursorin liikkeeksi. Tässä tutkimuksessa keskitytään katseen avulla tapahtuvaan tekstinsyöttöön, joka on melko samanlaista kuin mikä tahansa näytöllä tapahtuva tekstinsyöttö, vain syöttötapa on eri [Majaranta and Räihä, 2007]. Tavallisin menetelmä tekstinsyöttöön katseen avulla on näytöllä olevat näppäimistöt, jotka ovat asettelultaan kuten normaalit QWERTY-näppäimistöt. Tekstinsyöttö katseella on tärkeää vakavasti vammautuneille henkilöille, sillä heillä ei välttämättä ole muuta mahdollisuutta kommunikointiin muiden ihmisten kanssa [Majaranta and Räihä, 2007].

Näytöllä olevien näppäimistöjen käyttäminen perustuu viiveaikaan (dwell time), ja siksi niillä kirjoittaminen on melko hidasta. Tämän vuoksi on kehitetty Dasher [Ward and MacKay, 2002], joka perustuu jatkuviin katse-eleisiin (continuous gaze gestures). Ward ja MacKay [2002] raportoivat, että Dasherilla voi kirjoittaa katseen avulla jopa nopeudella 25 sanaa minuutissa (words per minute, wpm). Näytöllä olevilla näppäimistöillä voi kirjoittaa noin 7 wpm nopeudella [Majaranta et al., 2006], riippuen viiveajan pituudesta. Dasher on todella nopea ohjelma katseen avulla tapahtuvaan tekstinsyöttöön verrattuna näytöllä oleviin näppäimistöihin.

Kukaan ei ole aikaisemmin vahvistanut Wardin ja MacKayn [2002] raportoimia tuloksia [Tuisku et al., 2008]. Majaranta ja Räihä [2007] toteavat tutkimuksessaan, että pitkittäistutkimus Dasherilla tapahtuvaan tekstinsyöttöön katseella olisi mielenkiintoinen. Tässä tutkielmassa tutkittiin, kuinka nopeasti noviisikäyttäjät oppivat kirjoittamaan katseohjattavalla Dasherilla. Nopeuden lisäksi haluttiin selvittää, kuinka tyytyväisiä käyttäjät ovat Dasheriin.

Tässä tutkimuksessa oli yhteensä 12 osallistujaa, joista kukin kirjoitti Dasherilla katseella yhteensä kaksi ja puoli tuntia, sekä viimeisellä tutkimuskerralla 15 minuuttia hiirellä vertailun vuoksi. Osallistujista kukaan ei saavuttanut Wardin ja MacKayn [2002] raportoimaa nopeutta 25 wpm, mutta yksi osallistuja pääsi lähelle nopeudella 23 wpm. Tähän on monia syitä, esimerkiksi tutkimuksessa käytetty kieli. Tämä tutkimus suoritettiin suomenkielisillä tutkimuslauseilla, mutta Wardin ja MacKayn [2002] tutkimus suoritettiin englannin kielellä. Osallistujista yksi oli selkeä erikoistapaus, joka ei koskaan päässyt yli 5 wpm nopeuteen. Koska katseella kirjoittaminen on ennen kaikkea suunnattu vakavasti vammautuneille henkilöille, on tärkeä huomata että jo 12 henkilön joukossa on henkilö, jolla kestää Dasherin käytön oppiminen muita kauemmin.

Tämän tutkielman toisessa luvussa kerrotaan katseen ja katseenseurannan perusasioista. Kolmannessa luvussa luodaan katsaus katseella tapahtuviin tekstinsyöttömenetelmiin ja neljännessä luvussa esitellään Dasher. Viidennessä luvussa esitellään tutkimusmenetelmä ja kuudennessa luvussa tulokset. Päätelmät esitellään luvussa 7. Lopuksi luvussa 8 on yhteenveto.

2. Katse ja katseenseuranta

2.1. Katseen ominaispiirteitä

Ihmiset yleensä katsovat sitä kohdetta tai henkilöä, jonka kanssa ovat vuorovaikutuksessa [Jacob, 1991; Salvucci and Anderson, 2000; Vertegaal, 1999]. Katse on myös todella nopea verrattuna muihin osoitinlaitteisiin [Ware and Mikaelian, 1987]. Fyysisesti rajoittuneille käyttäjille (disabled users), jotka eivät pysty käyttämään käsiään kommunikointiin tietokoneen kanssa, eivätkä pysty puhumaan, katse saattaa olla ainoa kommunikointikeino [Majaranta et al., 2006; Majaranta and Räihä, 2007]. Äärimmäinen keino fyysisesti rajoittuneiden henkilöiden kommunikointiin on aivokäyttöliittymät [Surakka et al., 2004], mutta katsetta pidetään aivokäyttöliittymiä luonnollisempana kommunikointitapana. Katse on myös erittäin luonnollinen vuorovaikutustapa [Bates and Istance, 2002], jonka vuoksi katseen mahdollisuuksia on alettu tutkia.

Katse ei kuitenkaan ole aivan ongelmaton ohjaustapa. Bates ja Istance [2002] ovat listanneet kolme eri ongelmaa käytettäessä katsetta ohjauslaitteena. Ensimmäinen ongelma on, että silmä ei ole täysin tarkka osoitinlaite. Silmän verkkokalvon keskikuoppa eli fovea, joka on erikoistunut yksityiskohtien näkemiseen, kattaa noin yhden asteen kulman verkkokalvosta (retina). Kun katse tarkennetaan (fixate) kohteeseen, fovean tarvitsee olla noin yhden asteen kulmassa kohteeseen nähden, jotta kohde nähdään selvästi. Ks. kuva 2.3.

Toinen Batesin ja Istancen [2002] raportoima ongelma on se, että katseen suuntaa ei ole helppoa kontrolloida tai ohjata tahdonalaisesti. Silmän liikkeet ovat usein alitajuisia. Silmällä on taipumus tarkentaa kiinnostuksen kohteeseen lyhyeksi aikaa, tyypillisesti noin 100-200 millisekunniksi [Jacob and Karn, 2003]. Kohdentamisen jälkeen katse siirtyy jälleen seuraavaan kiinnostuksen kohteeseen. Tarkennuksien välissä tapahtuvaa silmän liikettä kutsutaan sakkadiksi (saccade). Silmä ohjauslaitteena vaatii useimmiten sen, että kohteeseen on pystyttävä katsomaan tietyn pituisen ajan, yleensä noin 500 millisekuntia. Kolmas ongelma, jonka Bates ja Istance [2002] raportoivat, on se, että katse toimii sekä syöttö- että tulostelaitteena. Yleensä ohjauslaitteena käytetään esimerkiksi normaalia hiirtä, jolloin käyttäjä näkee hiirellä tekemänsä muutokset ruudulla. Kun katse toimii ohjauslaitteena, kursori seuraa koko ajan katsetta. Tämä lisää virheellisten valintojen määrää, koska kursori on aina päällä.

Olisi erittäin hyvä ratkaisu, jos tietokonetta voisi käyttää yksinkertaisesti katsomalla sitä. Kun katsetta on käytetty ainoana syötemodaliteettina, on kuitenkin ollut vaikeuksia löytää hyvä menetelmä kohteiden valitsemiseksi.

Yleisesti ottaen kaikki menetelmät kärsivät ns. Midaksen kosketus -ongelmasta (tästä lisää kohdassa 2.2), jolloin kohteet tulevat valituksi joka kerta käyttäjän katsoessa kohdetta. Tämän vuoksi katse ei ole toimiva ainoana syötemodaliteettina tietokonetta käytettäessä. Monet tutkijat ovat yrittäneet ratkaista Midaksen kosketus -ongelmaa. Ratkaisuina on kehitetty mm. valinta viiveajalla, valinta manuaalisella painikkeen painamisella jne. [Lisätietoa esimerkiksi: Surakka et al., 2004]

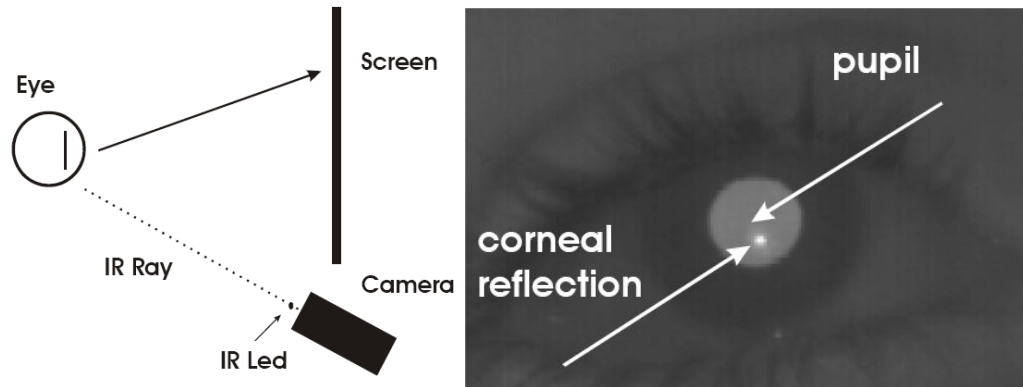
2.2. Katseenseuranta

Katseenseurannalla tarkoitetaan katseen paikan mittaamista eli sitä, että selvitetään minne käyttäjä katsoo [Ware and Mikaelian, 1987; Donegan et al., 2005].

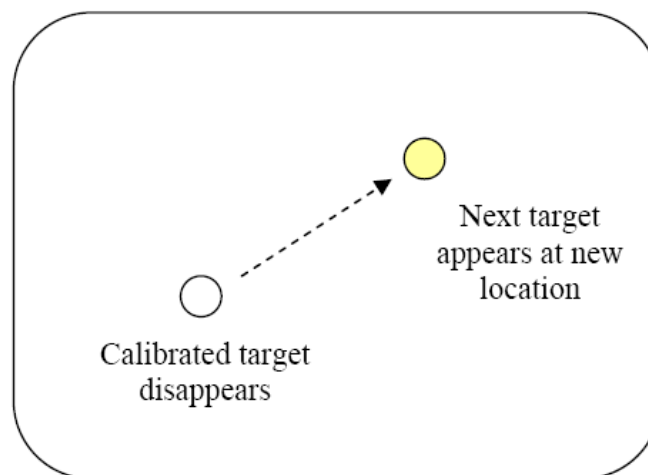
Katseenseurantatutkimus on saanut alkunsa jo 1800-luvulla. Ensimmäinen katseenseurantalaite muodostui piilolinssistä, johon tehtiin reikä pupillia varten. Piilolinssi kiinnitettiin alumiiniseen osoittimeen, joka liikkui silmän liikkeitä vastaavasti. 1800-luvulta katseenseurantalaitteet ovat kehittyneet huomattavasti. Ensimmäinen vähemmän kömpelö katseenseurantalaite kehitettiin 1930-luvulla. Silloin käytettiin hyväksi valonsädettä, joka heijastui silmästä ja nauhoitettiin filmille. Nykyiset katseenseurantatekniikat perustuvat 1960-luvun lopulla kehitettyyn menetelmään. Sitä kutsutaan pupillin keskipiste/sarveiskalvo-heijastus menetelmäksi (the pupil-center/corneal-reflection method). Menetelmällä havaitaan henkilön silmä(t), joko pupillin keskipiste tai sarveiskalvon heijastus. [Tobii Technology, 2008]

Videoperustaiset katseenseurantalaitteet seuraavat käyttäjän silmää mittaamalla pupillin keskipisteen sijaintia ja kuinka valo, tyypillisesti infrapunavallo, heijastuu silmän sarveiskalvosta [Isokoski, 2000]. Kuvassa 2.1 on nähtävissä tyypillinen katseenseurantamenetelmä. Infrapunavallo on näkymätöntä silmälle, joten se ei häiritse käyttäjää [Donegan et al., 2005].

Katseenseurantalaite pitää kalibroida jokaiselle käyttäjälle erikseen, jotta katseenseurantalaite löytää käyttäjän katseen suunnan. Tavallisesti kalibrointi tapahtuu katsomalla useaan ruudulle ilmestyvään pisteeseen (tyypillisesti pisteitä on 5-12) tietyn aikaa. Kuvassa 2.2 on esitetty tyypillinen kalibraatiomenetelmä. Kalibrointia pidetään väsyttävänä (tedious) ja usein myös ärsyttävänä piirteenä katseenseurantalaitteen käytössä [Villanueva et al., 2004]. Kun käyttäjä kääntää katseensa pois katseenseurantalaitteen näytöltä, saattaa katseenseurannan tarkkuus huonontua [Isokoski, 2000].



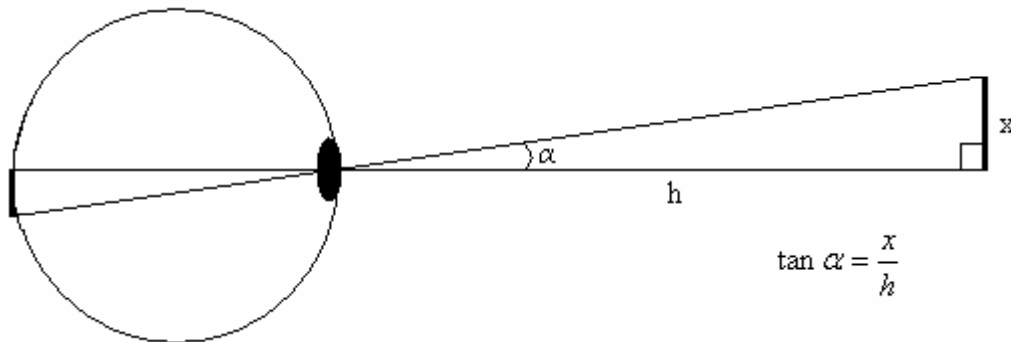
Kuva 2.1. Katseenseurantamenetelmä. Vasemmalla käyttäjä istuu näytön edessä, johon on integroitu videokamera. Infrapunavalo osoitetaan käyttäjän silmiin, jotta kamera löytää käyttäjän silmät heijastuksien perusteella. Oikealla silmässä tapahtuva heijastus. [Daunys et al., 2006]



Kuva 2.2. Tyypillinen kalibrointimenetelmä. Kun kohde on kalibroitu, se katoaa ja seuraava kohde ilmestyy. [Bates et al., 2005]

Ashmore ja muut [2005] esittelevät tutkimuksessaan yhteensä neljä katseenseurantaan liittyvää ongelmaa. Ensimmäinen ongelma on katseenseurantalaitteen tarkkuus. Yleisesti tiedetään, että katseenseurantalaitteen tarkkuus on rajoittunut 0,5-1 asteen katselukulmaan (visual angle), ks. kuva 2.3. Tämä tarkoittaa sitä, että kun käyttäjä katsoo 17-tuumaisen katseenseurantalaitteen näyttöä n. 50 cm:n päästä, silmällä osoittaminen rajoittuu noin 16-33 pikseliin. Näytön resoluution oletetaan olevan 1280×1024 . Samantapainen ongelma kuin tarkkuus on kalibraatiotuloksen heikentyminen (drifting) [Majaranta et al., 2006]. Katseenseurantalaite on heti kalibroinnin jälkeen hyvin tarkka, mutta jonkin ajan kuluttua katseen mitattu paikka "ajautuu" kauemmas katseen todellisesta paikasta. Majarannan ja muiden [2006] mukaan kalibraatiotuloksen heikentyminen johtuu osittain

käytetyistä tekniikoista ja osittain käyttäjän pään ja silmien liikkeistä. Saattaa olla, että katseenseurantalaitte mittaa jopa 1-1,5 senttimetrin eron käyttäjän katseen oikeasta paikasta [Majaranta et al., 2006].



Kuva 2.3. Silmän katselukulma α ja sen laskukaava.

Toinen ongelma Ashmoren ja muiden [2005] mukaan on katseenseurantalaitteen viive (sensor lag). Kameraperustaisen katseenseurantalaitteen viive riippuu kameran päivitystaajuudesta (frame rate). Viive vaihtelee 5-33 millisekuntiin. Tämä saattaa aiheuttaa ongelmia, koska katse ei ole kovinkaan tarkka osoitinlaite, jos kursori siirtyy käyttäjän haluamaan kohtaan katseen jälkeen.

Kolmas Ashmoren ja muiden [2005] raportoima ongelma on fiksaation värinä (jitter). Silmän liike ei ole koskaan täysin paikallaan pysyvää ja saattaa "väristä" silloinkin kun katsotaan pitkään samaan kohteeseen. Silmä liikkuu koko ajan, eikä sen vuoksi ole helppoa kohdistaa katsetta kovinkaan pitkäksi aikaa samaan kohtaan. Vaikka ihminen luulee koko ajan katsovansa samaan kohtaan, hänen silmänsä liikkuvat koko ajan todella aktiivisesti [Jacob, 1991].

Neljäs ongelma, jonka Ashmore ja muut [2005] raportoivat, on ns. Midaksen kosketus (Midas Touch) -ongelma [Jacob, 1991]. Katsekäyttöliittymissä Midaksen kosketuksella tarkoitetaan sitä, että kaikki kohteet joita käyttäjä ruudulla katsoo, tulee valituksi. Valinta tapahtuu huolimatta siitä, että käyttäjä ei halua valita kaikkia katsomiaan kohteita. Erityisesti ongelma esiintyy kun käyttäjä vasta etsii näytöltä kohdetta, jonka haluaa valita.

Muita ongelmia katseenseurantalaitteen käytössä saattaa aiheutua esimerkiksi käyttäjän silmälaseista. Silmälasien linssit voivat nimittäin luoda heijastuksia, jolloin kameran saattaa olla hankala löytää käyttäjän silmät. Myös silmälasien kehykset saattavat estää katseenseurantalaitetta löytämästä käyttäjän silmiä, jos kehykset osuvat sopivasti kameran ja käyttäjän silmien väliin. Silmälasit eivät kuitenkaan yleensä aiheuta ongelmia katseenseurantalaitteen käytössä. Piilolinssien tapauksessa ongelma ovat heijastukset linssin pinnalta. Jos käyttäjällä on piilolinssit, katseenseurantalaitte

ei välttämättä löydä heijastusta sarveiskalvon, vaan piilolinssien pinnalta. Myös silmäripset ja -luomet saattavat häiritä ajoittain katseenseurantaa. Katseenseurantalaitteiden käytön ongelmana on myös niiden kallis hinta. Tavallisilla käyttäjillä ei ole varaa ostaa niitä, ja siksi ne ovatkin kohtuullisen harvinaisia. Katseenseurantalaite saattaa maksaa jopa noin 20 000 euroa, jolloin niitä on mahdollista hankkia ainoastaan esimerkiksi laboratorioihin. [Donegan et al., 2005]

Ware ja Mikaelian [1987] tiivistävät katseenseurannan käyttämisen yhteen lauseeseen: Kun nopeus on tärkeää, hinta ei ole este, [valittavien kohteiden] koot ovat kohtuullisia ja käsien pitää olla vapaana, katseenseurantalaite saattaa olla paras syöttölaite vuorovaikutukseen tietokoneen kanssa. Useat tutkijat kuitenkin epäilevät, että katseenseurantalaite ei tule koskaan olemaan yhtä tarkka osoitinlaite kuin tavallinen hiiri [Jacob, 1991; Ashmore et al., 2005].

3. Tekstinsyöttö katseella

Katsekirjoituskäyttöliittymiä, jotka käyttävät hyväkseen katseenseurantalaitteistoa, on ollut olemassa 1970-luvulta lähtien [Majaranta and Räihä, 2002]. Tyypillinen asetelma katseella tapahtuvaan tekstinsyöttöön on katseenseurantalaite, joka seuraa käyttäjän katsetta, ja tietokone, joka analysoi käyttäjän katseen käyttäytymisen. Katseella tapahtuva tekstinsyöttö voidaan jakaa karkeasti kolmeen osaan: perinteiseen menetelmään, katse-eleillä kirjoittamiseen ja zoomaaviin tekstinsyöttöohjelmiin.

Kohdassa 3.1 esitellään perinteisellä menetelmällä tapahtuva tekstinsyöttö, kohdassa 3.2 esitellään katse-eleillä tapahtuva kirjoittaminen, ja kohdassa 3.3 esitellään zoomaavat katsekirjoitusohjelmat.

3.1. Perinteinen menetelmä

Perinteinen menetelmä on kuvattu Majarannan ja Räihän [2002, 2007] artikkelien pohjalta. Perinteisin menetelmä tekstin syöttöön katseen avulla tarkoittaa sitä, että kirjoittaminen tapahtuu katsomalla suoraan haluttua kohdetta. Tällaisilla suoralla valinnalla tapahtuvia tekstinsyöttöohjelmia ovat yleensä näytöllä olevat näppäimistöt, joissa käyttäjä katsoo tietyn aikaa (tavallisesti 600–1000 ms) haluamaansa kirjainta, jotta se tulee valituksi. Tätä aikaa sanotaan viiveajaksi (dwell-time). Vaikka viiveaika kuulostaa lyhyeltä, saattaa se käyttäjästä tuntua todella pitkältä, koska pitää katsoa niinkin kauan samaan kohteeseen. Käytettäessä lyhyempää viiveaikaa virheellisten valintojen määrä kasvaa [Majaranta et al., 2006], koska kirjaimet saattavat tulla valituksi käyttäjän vasta etsiessä oikeaa kirjainta. Ohjelman tulee antaa palautetta siitä, mihin painikkeeseen käyttäjä on katsonut, esimerkiksi muuttamalla ko. painikkeen väriä. Valinta voi tapahtua myös silmiä räpäyttämällä, jolloin kohde tulee valituksi, kun käyttäjä räpäyttää silmiään sen kohdalla. Kirjoitusnopeus näytöllä olevilla näppäimistöillä on melko hidas, yleensä vain muutama sana minuutissa. Kun kirjoitusnopeus on hidas, saattaa käyttäjä ehtiä unohtaa, mitä oli kirjoittamassa [Hansen et al., 2004].

Näytöllä olevat näppäimistöt, jotka toimivat viiveajalla, tarvitsevat yleensä paljon näyttötilaa, ellei jopa koko näyttöä [Majaranta and Räihä, 2007], ks. kuva 3.1. Jacobin [1991] mukaan joillain käyttäjillä on myös vaikeuksia katsoa yhteen paikkaan niin pitkään, että kohde tulee valituksi, koska heidän silmänsä liikkuvat niin nopeasti. Luonnollisesti tämä ongelma vaikeuttaa viiveajan käyttämistä, jos he eivät pysty katsomaan samaan kohtaan viiveajan pituista aikaa. Myös Midaksen kosketus on ongelma, kun puhutaan perinteisistä näytöllä olevista näppäimistä.



Kuva 3.1. Esimerkki näytöllä olevasta näppäimistöstä, MyTobiin kirjoitusohjelma. Kuvassa myös katseenseurantalaitte Tobii 1750. [Tobii Technology, 2008]

Kohdassa 2.2 mainittiin käyttäjän katseen todellisen paikan ja katseenseurantalaitteen tulkitseman katseen paikanvälinen ero. Tämä ero on ongelmallinen varsinkin näytöllä olevilla näppäimistöillä, jos näppäinten koko on pieni. Silloin pienikin epätarkkuus katseenseurantalaitteessa saattaa aiheuttaa virhepainalluksia ja käyttäjän turhautumisen. [Majaranta and Räihä, 2007]

Monet tutkijat ovat kehittäneet erilaisia katsekirjoitusohjelmia, jotka pyrkivät ratkaisemaan Midaksen kosketus -ongelman, eivätkä käytä lainkaan viiveaikaa näytöllä olevien näppäimistöjen tavoin. Näitä ohjelmia kuvataan kohdissa 3.2 ja 3.3.

3.2. Katse-eleillä kirjoittaminen

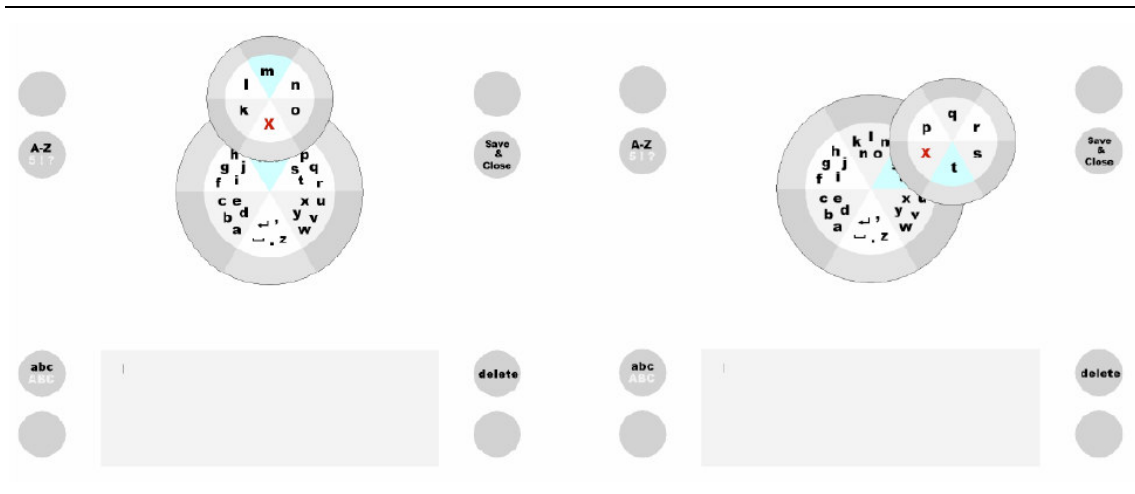
Koska tekstinsyöttö katseella on perustunut usein viiveaikaan, on sitä pidetty hitaana. Useat tutkijat ovat yrittäneet ratkaista viiveaikaan ja Midaksen kosketukseen liittyviä ongelmia kehittämällä erilaisia ratkaisuja katseella tapahtuvaan tekstinsyöttöön.

Tässä kohdassa esitellään neljä katsekirjoitusohjelmaa, joiden toiminta perustuu viiveajan sijaan katseella tehtäviin eleisiin. Kohdassa 3.2.1 esitellään pEYEdit, kohdassa 3.2.2 Iwrite, kohdassa 3.2.3 StarWrite ja kohdassa 3.2.4 EyeWrite.

3.2.1. pEYEdit

pEYEdit on Huckaufin ja Urbinan [2007] luoma katsekirjoitusohjelma, jonka toiminta perustuu piirakka- ja merkkäusvalikoihin. pEYEditillä on myös muita nimiä, esimerkiksi pEYEWite ja pEYE. Piirakka- ja merkkäusvalikoiden käytöstä on saatu hyviä tuloksia kun niitä käytetään hiirellä tai piirtotikulla

[Kurtenbach and Buxton, 1993]. pEYEditissä kirjaimet on järjestetty ryhmiksi ympyrän sektoreihin [Urbina and Huckauf, 2007], kuten kuvasta 3.2 on nähtävissä.

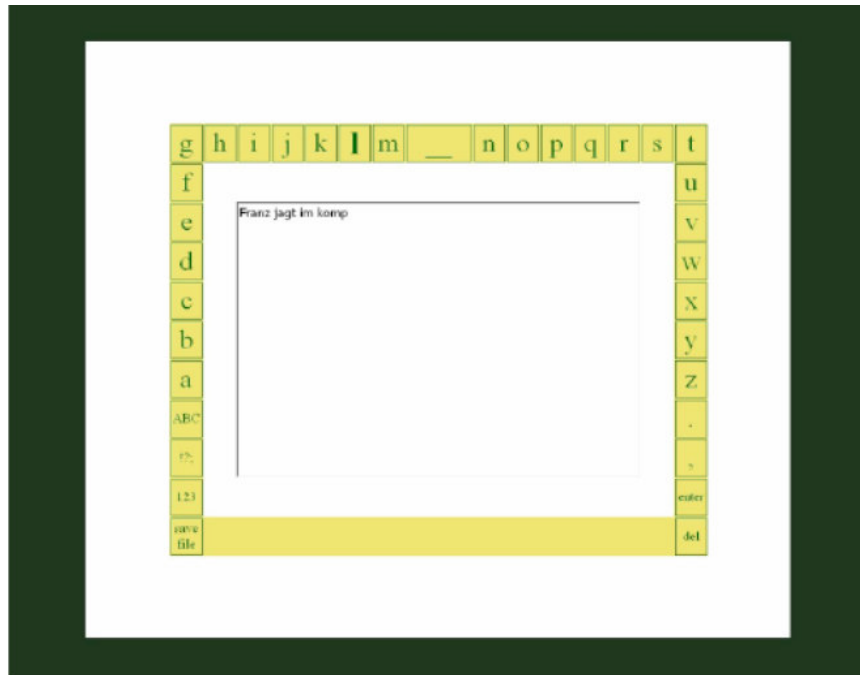


Kuva 3.2. pEYEdit. Vasemmassa kuvassa käyttäjä on valitsemassa m-kirjainta. Oikeassa kuvassa valitaan vastaavasti t-kirjain. [Urbina and Huckauf, 2007]

Kirjaimen valitseminen tapahtuu siten, että ensin katsotaan sen piirakan palan ulkoreunaa, jossa haluttu kirjain sijaitsee. Sen jälkeen piirakan päälle aukeaa uusi piirakka, jossa on kaikki alemman piirakan palan kirjaimet omina lohkoinaan. Peruuttaminen tapahtuu katsomalla punaista x-merkkiä, joka on näkyvissä kuvassa 3.2. Piirakkavalikkoa voi käyttää kahdella eri tavalla. Ensimmäinen tapa on edellä kuvattu valitseminen piirakkavalikosta, joka on noviisikäyttäjille sopiva tapa. Kokeneille käyttäjille piirakkavalikot mahdollistavat tietyn motorisen käyttäytymisen (eleen) yhdistämisen haluttuun tulokseen. pEYEditin tapauksessa tämä tarkoittaa katsepolun yhdistämistä tietyn kirjaimen kirjoittamiseen. Kokeneilla käyttäjillä on siis mahdollisuus kirjoittaa pEYEditillä yksinkertaisesti tekemällä tiettyä kirjainta vastaava katse-ele. [Urbina and Huckauf, 2007]

3.2.2. Iwrite

Iwrite [Urbina and Huckauf, 2007] on kirjoitusohjelma, joka on suunniteltu käytettäväksi katseella kirjoitettaessa. Sen käyttö perustuu näyttö-painikkeisiin (screen buttons). Ulommainen mustanvärinen kehä, ks. kuva 3.3, on yksi kokonainen painike. Kirjaimet valitaan katsomalla ensin haluttua kirjainta ja siirtämällä katse sen jälkeen ohjelman mustalle ulkoreunalle. Kirjoitettu teksti tulee keskelle, jolloin sitä on helppo ja mukava lukea.

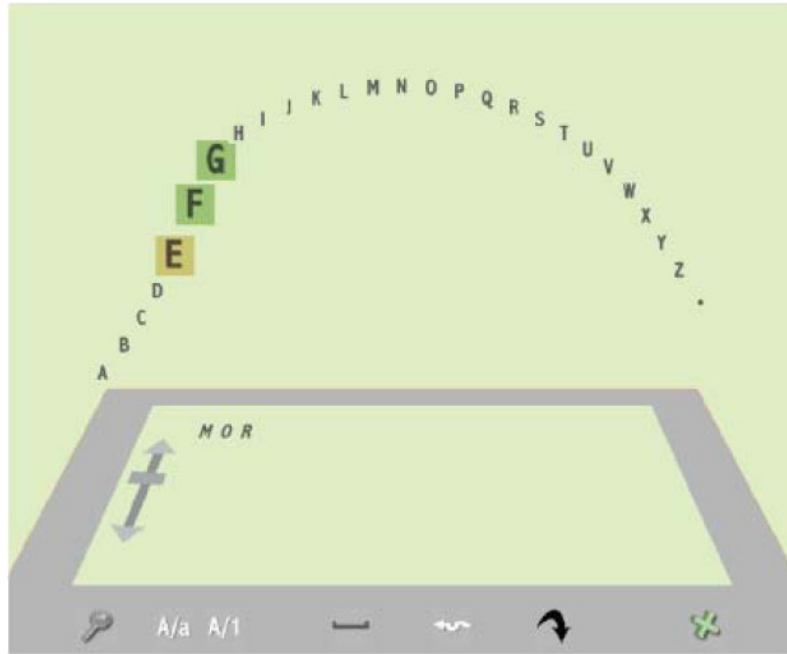


Kuva 3.3. Iwrite. Kuvassa on pienaakkosvalinta, mutta Iwritessa on omat näyttönsä myös suuraakkosille, numeroille ja merkeille. [Urbina and Huckauf, 2007]

Kirjaimet Iwritessä on järjestetty aakkosjärjestykseen, joten ne pitäisi olla helppo löytää. Lisäksi kirjaimet ja merkit on sijoitettu keltaiselle kehälle, joka on tarpeeksi kaukana mustasta valintapainikkeesta, jolloin virheiden mahdollisuus pienenee. Iwriten vahvuutena pidetään sen käytön yksinkertaisuutta. [Urbina and Huckauf, 2007]

3.2.3. StarWrite

StarWrite [Urbina and Huckauf, 2007] on katsekirjoitusohjelma, joka on muunnelmä edellisessä kohdassa esitellystä Iwritestä. Siinä kirjaimet on järjestetty puolikaareen aakkosjärjestyksessä kirjoituskentän yläpuolelle, kuten kuvasta 3.4 näkyy. StarWritessä kirjoitetaan raahaamalla haluttu kirjain tekstikenttään, mikä tarjoaa käyttäjälle välitöntä palautetta.



Kuva 3.4. StarWrite [Urbina and Huckauf, 2007].

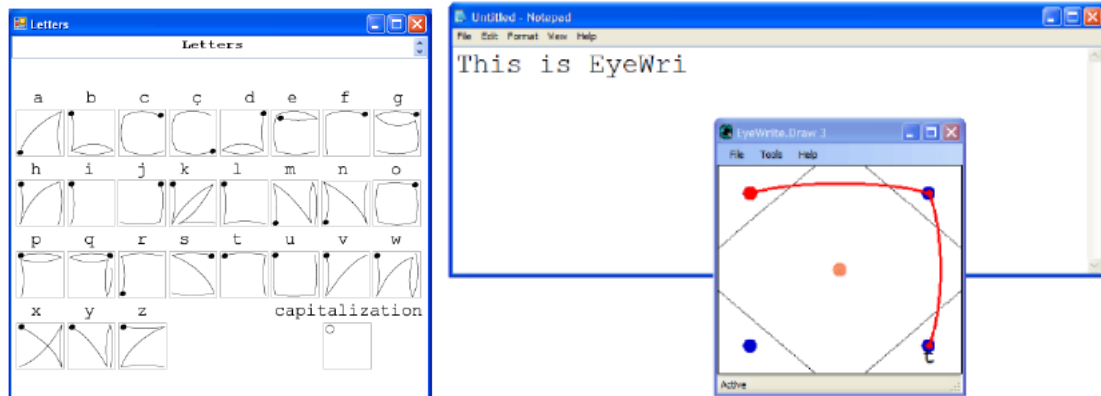
Kun käyttäjä kohdistaa katseensa haluamaansa kirjaimen, ko. kirjain ja molemmat sen viereiset kirjaimet korostetaan suurentamalla niitä. Korostettujen kirjainten taustaväri on vihreä. Korostaminen helpottaa kirjaimen valitsemista ja estää myös sen, ettei tapahdu kovin helposti virhevalintoja esimerkiksi huonosti onnistuneesta kalibraatiosta johtuen. Cursorin osuessa yhteen korostetuista kirjaimista se muuttuu punaiseksi ja käyttäjä voi raahata sen katseellaan tekstikenttään. Kuvan 3.4 tapauksessa käyttäjä on valinnut E-kirjaimen ja on valmistautumassa raahaamaan sitä tekstikenttään. Kuvassa 3.4 on StarWriten suuraakkosvalinta, mutta siinä on olemassa myös pienaakkosvalinta. Korjaaminen sekä välilyönti- ja rivinvaihtomerkit sijaitsevat tekstikentän alapuolella. Ne toimivat 500 millisekunnin viiveajalla. [Urbina and Huckauf, 2007]

Urbina ja Huckauf [2007] eivät kuitenkaan ole ottaneet kantaa siihen, kuinka väsyttäviä silmille Iwritessä ja StarWritessä tehtävät silmien liikkeet ovat. Koska molemmissa ohjelmissa silmillä pitää tehdä suuria toistuvia eleitä saadakseen kirjaimet kirjoitetuksi, saattaa niiden käyttäminen väsyttää silmiä.

3.2.4. EyeWrite

EyeWrite [Wobbrock et al., 2007] on kirjoitusohjelma, jolla kirjoittaminen tapahtuu tekemällä katseella kirjainten tapaisia eleitä. Nämä katse-eleet ovat nähtävissä kuvassa 3.5. EyeWrite perustuu EdgeWrite-nimiseen [Wobbrock and Myers, 2006] kirjoitusohjelmaan. EyeWrite on ensimmäinen ohjelma, jolla voi kirjoittaa katseella kirjaintentapaisilla katse-eleillä. Kirjaintentapaisia eleitä on

aikaisemmin käytetty kirjoittamiseen pienillä laitteilla, esimerkiksi kämmentietokoneilla.



Kuva 3.5. Vasemmalla EyeWriten aakkosto ja oikealla EyeWrite käytössä Microsoft Notepadin kanssa [Wobbrock et al., 2008].

Käyttäjä näkee koko ajan EyeWriten neliönmuotoisen ikkunan, jossa neljä kulmaa on merkitty vinoviivoin, ks. kuva 3.5. Kuvassa 3.5 oleva aakkosto ei ole koko ajan näytöllä, vaan käyttäjän pitäisi muistaa aakkosto kirjoitettaessa. EyeWrite ei ole itsessään kirjoitusohjelma, vaan sillä pitää aina kirjoittaa johonkin kohdeohjelmaan, kuvassa 3.5 kohdeohjelmana on Microsoft Notepad. Käyttäjän tulee kirjoittaa kirjain käyttäen EyeWriten neljää kulmaa. Kuvassa 3.5 ollaan kirjoittamassa t-kirjainta. Käyttäjä on katsonut ensin vasenta yläkulmaa, jonka jälkeen hän siirtää katseensa oikeaan yläkulmaan. Näiden kahden kulman välille piirretään saman tien viiva, joten käyttäjä saa välitöntä palautetta toimistaan. Seuraavaksi käyttäjä on katsonut oikeaa alakulmaa, ja oikean ylä- ja alakulman välille piirretään viiva. Nyt käyttäjä näkee oikeassa alakulmassa t-kirjaimen. Hän vahvistaa kirjaimen valinnan katsomalla EyeWriten ikkunan keskipistettä ja kirjain ilmestyy näkyville kohdeohjelmaan. [Wobbrock et al., 2008]

Wobbrockin ja muiden [2008] mukaan EyeWrite mahdollistaa hyvin myös lepäämisen kirjoittamisen aikana. Käyttäjä voi heidän mukaansa vain jäädä katsomaan nurkkaa, johon on viimeksi katsonut, haluamansa pituisen ajan. Lepääminen saattaa kuitenkin aiheuttaa myös virhevalintoja, koska käyttäjä pystyy harvoin pitämään katseensa kovin pitkään samassa kohdassa, kuten kohdassa 2.1 todettiin. Tämän vuoksi käyttäjän katse saattaa lähteä harhailemaan ympäri näyttöä. Katseen palattua jälleen EyeWriten ruutuun saattaa käyttäjä katsoa keskipistettä, jolloin keskeneräinen kirjain tulee kirjoitetuksi kohdeohjelmaan. Näin saattaa käydä esimerkiksi silloin, kun käyttäjä on kirjoittamassa h-kirjainta ja hän kirjoittaakin vahingossa v-kirjaimen.

3.3. Zoomaavat katsekirjoitusohjelmat

Dynaamiset katsekirjoitusohjelmat toimivat siten, että ne tuovat lähemmäksi eli zoomaavat käyttäjän katsoman kohteen, jolloin se on helpompi valita. Dynaamiset kirjoitusohjelmat eivät tarvitse lainkaan viiveaikaa, koska ne ovat ns. koko ajan liikkeellä. Hansen ja muut [2008] toteavatkin, että tehokas tapa käyttää pientä tilaa tietokoneen näytöllä on tuoda valittu kohde lähemmäksi käyttäjää.

Bates ja Istance [2002] ovat tutkineet zoomaavia käyttöliittymiä. He vertasivat eri osoitinlaitteita WIMP¹-tyylisessä käyttöliittymässä. Tavallista ja zoomaus-perustaista katsehiirtä verrattiin heidän tutkimuksessaan tavalliseen päähiireen. Päähiirellä tarkoitetaan hiirtä, joka muuttaa päänliikkeen hiiren liikkeiksi. Batesin ja Iancen [2002] tulokset osoittavat, että päähiiri on tehokkaampi kuin katsehiiri tavallisessa käyttöliittymässä, mutta zoomausperustainen katsehiiri on päähiirtä tehokkaampi. Heidän tutkimuksessaan zoomaus ei ollut kuitenkaan portaaton, vaan käyttäjä sai valita zoomauksen tason itse.

Batesin ja Iancen [2002] tuloksista voi päätellä, että zoomausperustaiset käyttöliittymät ovat hyviä ratkaisuja katseella kirjoitettaessa. Ne eivät vaadi katseenseurantalaitteelta niin hyvää kalibraatiotulosta kuin esimerkiksi kohdassa 3.1 esiteltyt näytöllä olevat näppäimistöt. Lisäksi katseella on sitä helpompi valita kohteita mitä suurempia ne ovat.

Kohdassa 3.3.1 esitellään yksi tällainen zoomaava katsekirjoitusohjelma, StarGazer. Ehkä tunnetuin zoomaava katsekirjoitusohjelma on Dasher [Ward and MacKay 2002], joka esitellään kokonaisuudessaan luvussa 4.

3.3.1. StarGazer

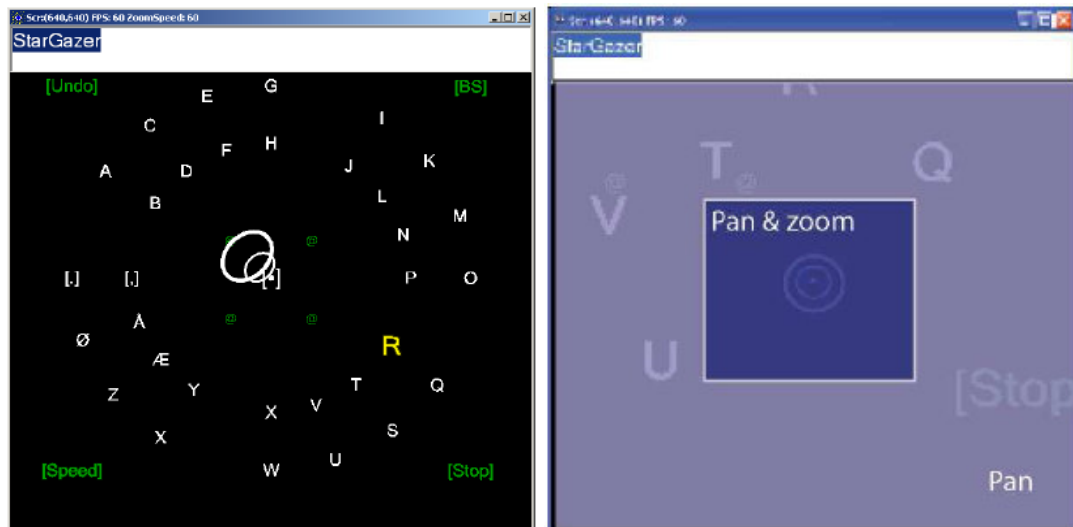
StarGazer [Hansen et al., 2008] on zoomauksella ja panoroinnilla² toimiva kolmiulotteinen katsekirjoitusohjelma. StarGazerissa kirjaimet on järjestetty kaksikehäiselle ympyrälle. Eri kirjainryhmien erottamiseksi niiden väliin on jätetty väli, ks. kuva 3.6. Ympyrän kehältä on jätetty pois virheiden korjaaminen, nopeuden säätäminen ja pysäyttäminen. Nämä toiminnot on sijoitettu StarGazerin näytön jokaiseen neljään kulmaan.

Kirjoittaminen tapahtuu ohjaamalla katseella ns. rakettia, joka koostuu kahdesta ympyrästä ja keskus pisteestä. Katseen suunnan voi havaita helposti raketin asennosta. Raketti tulee ohjata halutun kirjaimen ”läpi”, jolloin se tulee valituksi. StarGazer tuo automaattisesti haluttua kirjainta lähemmäksi käyttäjää (eli zoomaa), jotta sen valitseminen on helpompaa. Kun raketti on

¹ Windows, icons, menus and pointing devices

² Eng. pan. Elokuvuksessa: kuvata kameraa sivusuuntaan kääntäen.

mennyt halutun kirjaimen läpi, aukeaa kuvan 3.6 alkuasetelma uudestaan, jolloin käyttäjä voi valita seuraavan kirjaimen. Kirjoitettu teksti tulee näkyville StarGazerin yläosassa olevaan tekstikenttään. [Hansen et al., 2008]



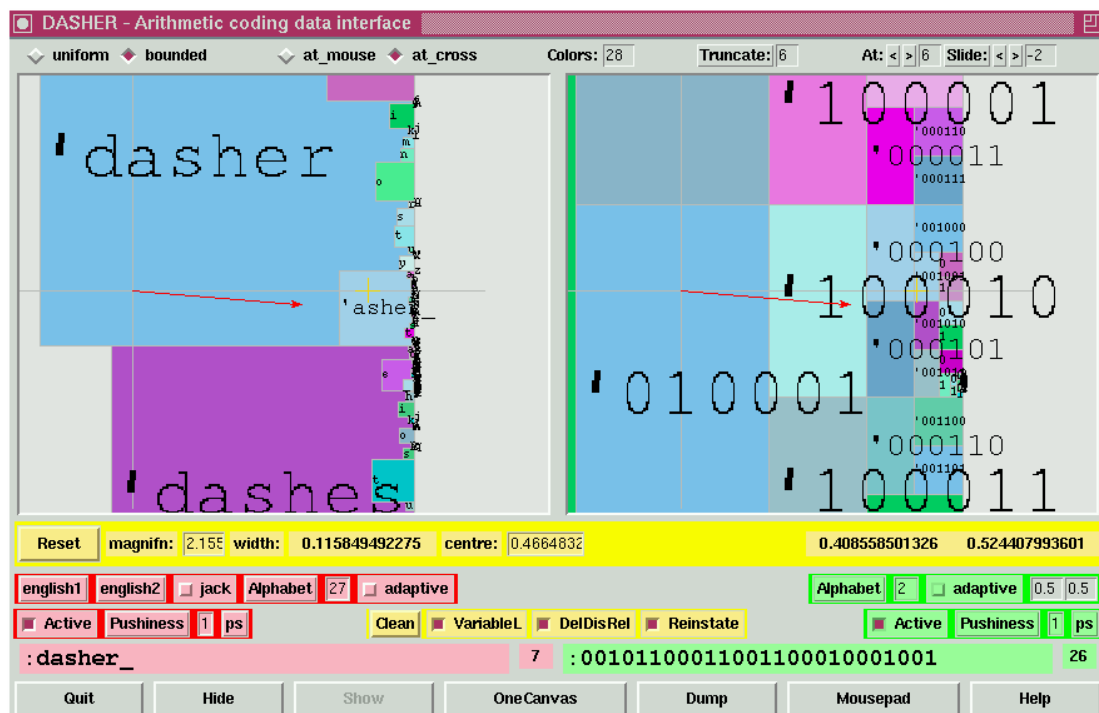
Kuva 3.6. Vasemmalla StarGazer aloitustilassa, kun käyttäjä on kohdistanut katseensa R-kirjaimeen. Oikealla StarGazerin panoroititilan visualisointi. [Hansen et al., 2008]

Panorointi määritellään tässä yhteydessä informaatioavaruuden litteäksi muutokseksi (planar translation of the information space), joka sallii navigoinnin pysty- ja vaakasuorasti samalla tasolla. Kun käyttäjä on tekemässä virhettä, yrittää hän automaattisesti välttää kirjainta, jota kohti on suuntaamassa, navigoimalla siihen suuntaan missä haluttu kirjain on. Tällaisissa tilanteissa zoomaaminen korvataan paneroinnilla, jolloin käyttäjä voi navigoida uuteen suuntaan. Kuvassa 3.6 oikealla on nähtävissä panoroititilanteen visualisointi. Käyttäjä näkee kuitenkin StarGazerin koko ajan mustana, kuvan 3.6 vasemman puolen kaltaisena. [Hansen et al., 2008]

4. Dasher

Dasher [Ward et al., 2000; Ward and MacKay, 2002] on tekstinsyöttöohjelma, joka toimii jatkuvan navigoinnin menetelmällä. Dasher on suunnattu erityisesti fyysisesti rajoittuneille henkilöille, esimerkiksi henkilöille, jotka eivät voi käyttää käsiään. He voivat kirjoittaa Dasherilla katseen avulla. Dasher sopii myös hyvin pienten laitteiden tekstinsyöttöön, esimerkiksi kämmentietokoneen ohjaamiseen piirtotikulla (stylus). Dasherin voi ladata ilmaiseksi sen kotisivuilta [Dasher Homepage, 2008].

David MacKay kehitti ensimmäisen toimivan hiirellä ohjattavan Dasherin prototyypin vuonna 1997, ks. kuva 4.1. Dasheria on kehitetty siitä lähtien jatkuvasti eteenpäin. David MacKayn mielestä tavalliset kirjoitusmenetelmät, tavalliset QWERTY-näppäimistöt mukaan lukien, olivat tehottomia, koska niissä ei käytetty sanojen ennustamista. Tämän vuoksi hän kehitti Dasherin. MacKayn mukaan sanojen ennustamattomuus on ihmisten kapasiteetin hukkakäyttöä heidän joutuessaan käyttämään suuriakin liikkeitä kirjoittaessaan tekstiä. Esimerkiksi kirjoitettaessa tavallisella näppäimistöllä kymmensormijärjestelmällä ihmiset joutuvat liikuttamaan käsiään paljon tuottaessaan tekstiä. Hän myös halusi kehittää ohjelman, jota voidaan käyttää monessa eri laitteessa ja monen eri syötemodaliteetin avulla tehokkaasti. [Dasher Homepage/QA.html, 2008]



Kuva 4.1. Dasherin ensimmäinen prototyyppi Unix-ympäristössä [Dasher Homepage, 2008].

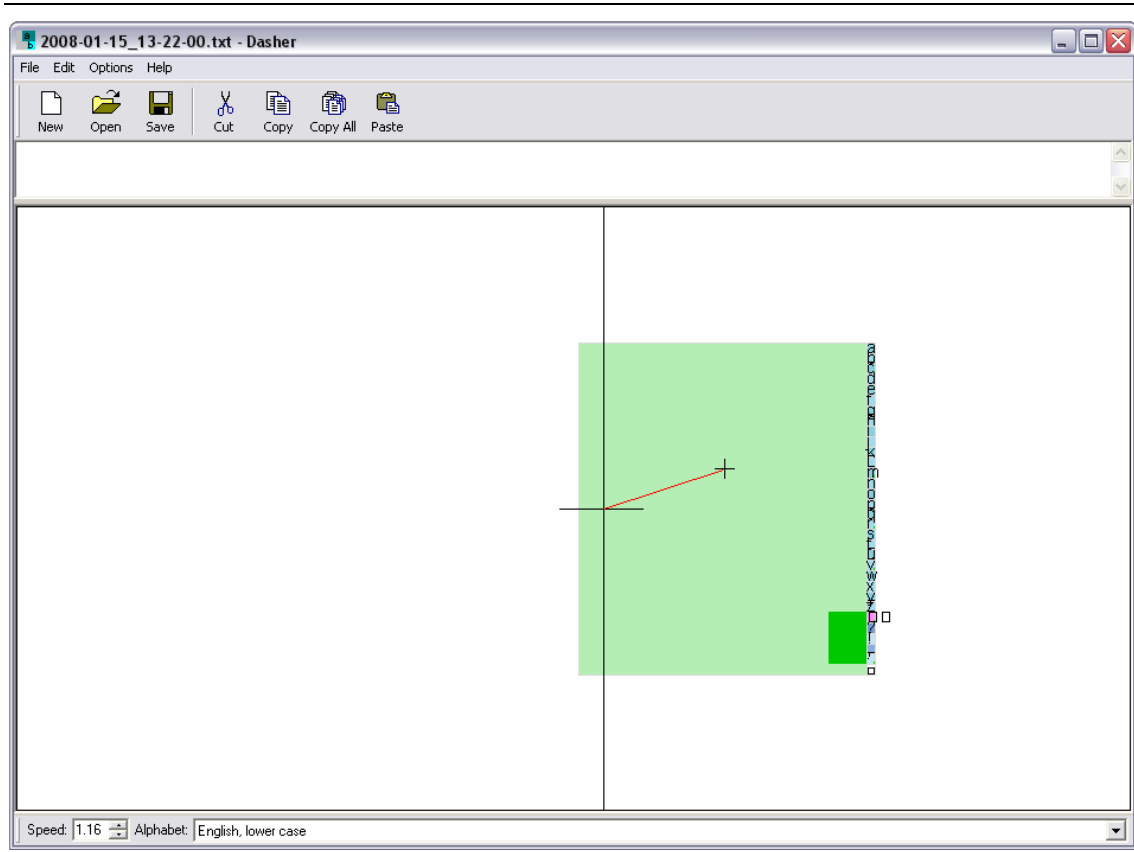
David Ward kehitti Dasheria eteenpäin vuosina 1998–2002 MacKayn prototyypin pohjalta. Ward kehitti Dasherista toimivan ohjelman ja teki sillä monia tutkimuksia, joista tunnetuimmat ovat aluksi mainitut Ward ja muut [2000] sekä Ward ja Mackay [2002]. Dasheria parannellaan jatkuvasti ja siitä julkaistaan uusia versioita. Ensimmäinen julkaistu Dasher toimi Windows-ympäristössä, mutta myöhemmin Dasherista on julkaistu myös mm. Macintosh- ja Linux-versiot. Dasher toimii nykyään hiiren lisäksi myös muilla modaliteeteilla ja ohjauslaitteilla, esimerkiksi katseella ja hengityksellä, sekä kämmentietokoneessa piirtotikulla. [Dasher Homepage, 2008]

Tämän luvun kohdassa 4.1 esitellään Dasherin toimintaperiaate hiirellä. Kohdassa 4.2 esitellään Dasherin toimintaa muilla modaliteeteilla. Kohdassa 4.3 luodaan silmäys Dasherin tulevaisuuteen ja kohdassa 4.4 esitellään tutkimuksia, joita on tehty katseohjattavalla Dasherilla.

4.1. Toimintaperiaate

Alkuperäinen Dasher on suunniteltu hiirellä ohjattavaksi. Toimintaperiaate pysyy samana muillakin modaliteeteilla, vaikka ohjauslaite on eri. Tässä luvussa esitellään Dasherin käyttöä ns. perusasetuksilla.

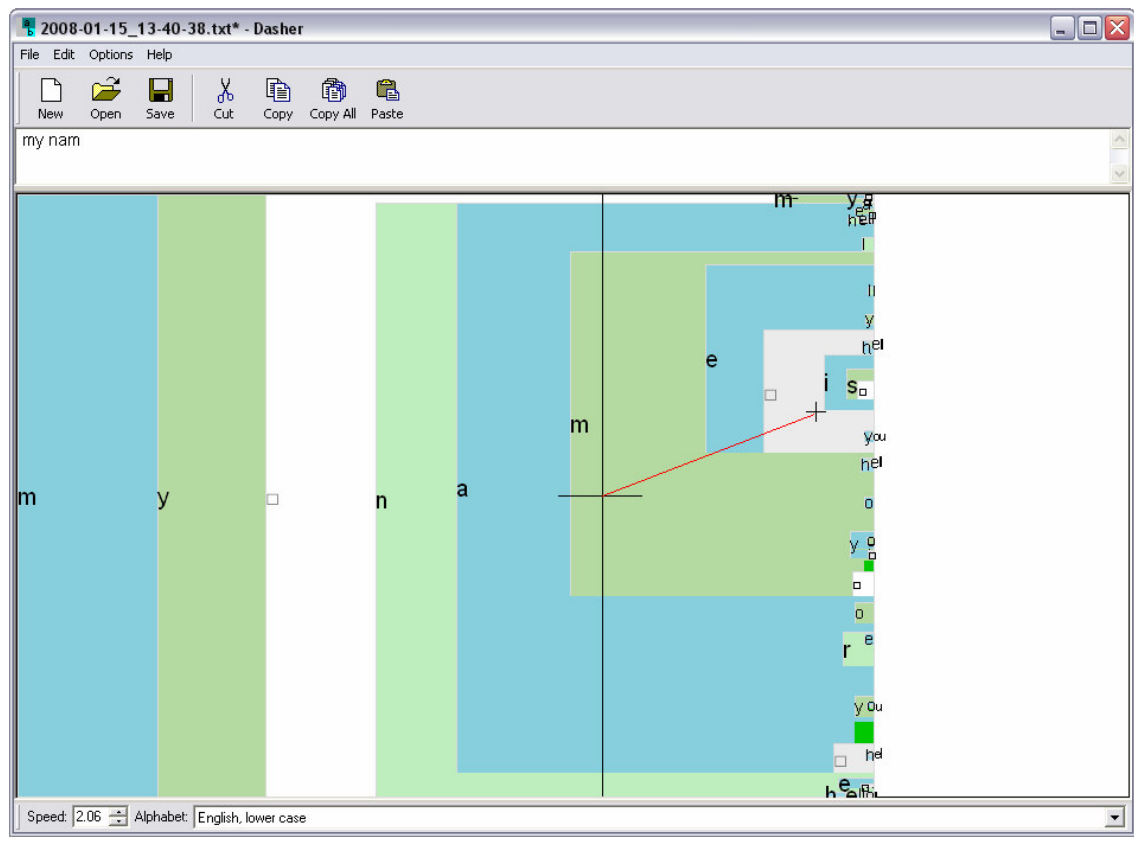
Dasherin toimintaa voisi kuvailla jatkuvana navigointina. Käyttäjä valitsee haluamansa suunnan, jota kohti navigoi. Kirjaimet on järjestetty Dasherissa aina aakkosjärjestykseen, esimerkiksi kuvassa 4.2 a-kirjain on ylimmäisenä ja z-kirjain alimmaisena. Normaalina Dasher-versiota käytetään hiirellä. Sen voi käynnistää ja pysäyttää hiiren klikkauksella. Kun käyttäjä klikkaa hiirellä, alkavat merkit liikkua oikealta vasemmalle, lähemmäs mustaa keskiviivaa. Kuvassa 4.2 hiiren kursori on ristin muotoinen, ja siinä on käytössä punainen apuviiva, joka yhdistää kursorin ja keskiviivan, mikä auttaa käyttäjää merkkien valinnassa. Normaalisessa Dasher-versiossa on käytössä tekstikenttä, johon käyttäjän kirjoittama teksti tulee.



Kuva 4.2. Dasher aloitustilassa, aakkostona on "English, lower case". Ikkunan koko on 1026 x 640 pikseliä, pois lukien valikkorivit.

Dasherissa jokainen merkki on tietynvärisessä laatikossa, jonka väri vaihtuu riippuen siitä missä kohdassa Dasheria käyttäjä on. Tärkeää ei ole muistaa laatikon väriä, vaan se, että jokainen kirjain on aina omassa laatikossaan. Kuvasta 4.3 näkee esimerkiksi, että m-kirjain on ollut ensin sanassa "my" sinisessä laatikossa ja sanassa "name" se on vihreässä laatikossa. Merkit valitaan siten, että aloitustilasta (kuva 4.2) käyttäjä suuntaa kursorin sitä kirjainta kohti, jonka haluaa kirjoittaa, eli jos halutaan kirjoittaa "my name is...", on käyttäjän suunnistettava ensin m-kirjainta kohti. Dasherin käyttöliittymässä kirjaimet suurenevat aina sitä mukaa mitä lähemmäs kursorin vie tiettyä kirjainta. Kirjain tulee valituksi tekstikenttään (valkoinen alue Dasherin yläreunassa, ks. kuva 4.3) kun se on ylittänyt keskiviivan. Seuraava kirjain on valittava sen laatikon sisältä, mistä edellisen kirjaimen on valinnut. Kuvan 4.3 tapauksessa "my name is..." on nyt valittu m-kirjain, joten seuraava kirjain, joka käyttäjän tulee valita, on e. Se tulee siis valita m-kirjaimen laatikon sisältä, jossa kirjaimet ovat jälleen aakkosjärjestyksessä. Seuraava merkki tulee valita e-kirjaimen laatikon sisältä ja niin edelleen. Välilyöntiä Dasherissa kuvastaa neliö, joka sijaitsee aina samassa paikassa, kunkin merkin laatikon alimmaisena valkoisessa laatikossa. Erikoismerkit, kuten piste, pilkku, kaksoispiste ja niin

edelleen, sijaitsevat aina tummanvihreässä laatikossa. Numerot sijaitsevat kirkkaanpunaisessa laatikossa, joka on aina tummanvihreän laatikon yläpuolella, kuvassa 4.3 numeroita ei ole näkyvissä.



Kuva 4.3. Käyttäjä on kirjoittamassa lausetta "my name is...". Teksti tulee ylhäällä olevaan valkoiseen tekstikenttään.

Dasher liikkuu aina eteenpäin eli oikealta vasemmalle, jollei sitä pysäytä, tai kursori ole keskellä ns. suvantopaikassa. Korjaaminen Dasherissa tapahtuu yksinkertaisesti vetämällä kursoria taaksepäin eli vasemmalle, jolloin Dasherin kulkusuunta vaihtuu. Dasherin hyvänä puolena pidetään sitä, että käyttäjä näkee koko ajan muutamien merkin taaksepäin, mitä on kirjoittanut (vrt. kuva 4.3) [Ward et al., 2000]. Dasherissa käyttäjä voi itse kontrolloida nopeutta. Dasher kulkee sitä nopeammin mitä kauempana kursori on oikeassa reunassa. Vastaavasti Dasherin nopeus on sitä hitaampi mitä lähempänä kursori on keskiviivaa.

Kuvissa 4.2 ja 4.3 on käytössä Dasherin aakkosto "English, lower case", koska Dasher on alkujaan englanninkielinen. Dasherissa on aakkostoja Englannin lisäksi monelle eri kielelle, esimerkiksi Suomelle, Japanille, Ruotsille ja niin edelleen. Lisäksi monen kielen aakkostolle on olemassa eri versioita, esimerkiksi vain pienet kirjaimet, pienet ja isot kirjaimet sekä erikoismerkit ja numerot. Käyttäjä voi valita itselleen sopivan aakkoston tai tehdä kokonaan

oman aakkoston. Aakkostot ovat xml-tiedostoja, joten niitä on helppo muokata omiin tarpeisiin sopiviksi.

Dasherin toiminta perustuu siihen, että se tarjoaa käyttäjälle yleisimpiä sanoja, kuten kuvasta 4.3 on nähtävissä. Käyttäjän valitessa esimerkiksi n-kirjaimen tarjoaa Dasher helposti loppuun sanayhdistelmää "ame". Mitä todennäköisempää sanaa käyttäjä on kirjoittamassa, sitä suurempana se sana esiintyy Dasherissa. Joissain tapauksissa saattaa olla niin, että Dasherin tarjoamat sanat peittävät muut merkit, joten käyttäjä ei näe tarvitsemaansa merkkiä. Tällaisessa tapauksessa on muistettava, että kirjaimet ovat aina aakkosjärjestyksessä, vaikka niitä ei aina näkisikään.

Kunkin kielen aakkoston pohjalla on kyseiseen kieleen sopiva kielimalli, joka sisältää kielen yleisimpiä sanoja ja sanontoja. Dasher käyttää tätä kielimallia pohjana, kun se tarjoaa käyttäjälle sanoja. Dasherin kotisivuilla [2008] on tarjolla kielimalli jokaiselle Dasherin aakkostolle, mutta sellaisen voi tehdä myös itse käyttäen omia sanoja ja sanontojaan. Kielimalli on tekstitiedosto (.txt), joten sitä on hyvin helppo muokata itse. Dasher myös oppii koko ajan uusia sanoja. Jos Dasherilla kirjoittaisi koko ajan lausetta: "Hyvää kesää", ennen pitkää se oppisi tarjoamaan tätä lausetta käyttäjälle.

4.2. Dasher eri modaliteeteilla ja ohjauslaitteilla

Hiiren lisäksi Dasheria voi ohjata nykyään katseella, hengityksellä, puheella ja painikkeilla. Dasher soveltuu myös erityisen hyvin pienille laitteille, esimerkiksi kämmentietokoneelle. Tässä kohdassa esitellään lyhyesti, kuinka Dasheria voi ohjata eri modaliteeteilla ja laitteilla. Yhteisenä piirteenä kaikille eri modaliteeteille on, että kaikkien käyttäminen onnistuu samalla Dasher-ohjelmalla, lukuun ottamatta kämmentietokonetta. Jokaista eri modaliteettia varten tarvitsee vain säätää Dasherin sisäänrakennettuja asetuksia.

Kohdassa 4.2.1 esitellään katseella ohjattava Dasher ja kohdassa 4.2.2 esitellään muita modaliteetteja.

4.2.1. Katse

Katseenseurantalaitteen avulla toimivan Dasherin toimintaperiaate on samanlainen kuin hiirellä ohjattavan Dasherin. Erona on vain se, että siinä ohjauslaitteena käytetään hiiren sijasta katseenseurantalaitetta. Katseenseurannan perusteet on esitetty luvussa 2. Dasherissa on sisäänrakennettuja asetuksia, jotka helpottavat katseenseurantalaitteen käyttämistä ohjauslaitteena. Näitä asetuksia esitellään kohdassa 5.4.

Katseenseurantalaitteella ohjattavaa Dasheria pidetään yleisesti erityisen onnistuneena, koska siinä ei käytetä lainkaan viiveaikaa, vaan Dasher toimii jatkuvan navigoinnin perusteella dynaamisesti. Käyttäjän tarvitsee ainoastaan

katsoa haluamansa suuntaan, jolloin Dasher liikkuu sinne. Dasherissa kalibroinnin ei tarvitse olla yhtä tarkka verrattuna esimerkiksi näytöllä oleviin näppäimistöihin, johtuen Dasherin dynaamisuudesta. Kuten kohdassa 4.1 todettiin, Dasherin hyvänä puolena on, että käyttäjä näkee aina muutaman kirjoittamansa merkin taaksepäin (vrt. kuva 4.3). Katseohjattavassa Dasherissa tämä on kuitenkin hieman hankalaa, koska katse on koko ajan kiinnittyneenä eteenpäin merkkien valitsemiseksi. Jos käyttäjä katsoo taaksepäin nähdäkseen jo kirjoittamansa merkit, Dasherin kulkusuunta vaihtuu ja jo kirjoitetut merkit poistuvat.

Dasherin kotisivujen [2008] mukaan katseella ohjattava Dasher on näytöllä olevaan näppäimistöön verrattuna nopeampi, tarkempi ja hauskempi. Katseohjattava Dasher on kuitenkin saanut myös kritiikkiä osakseen. Urbinan ja Huckaufin [2007] mukaan Dasher saattaa olla aloitteleville käyttäjille aluksi hieman sekava, koska kirjaimia on näkyvillä joka puolella. Dasherin toimintaperiaate saattaa olla aluksi hieman hankala ymmärtää, mikä saattaa myös turhauttaa käyttäjiä [Urbina and Huckauf, 2007].

4.2.2. Muut

Dasherin ohjaaminen hengityksellä soveltuu oikeastaan vain pienelle käyttäjäryhmälle. Dasheria käytetään hengityksellä yksilulotteisessa tilassa, jolla Dasher kulkee automaattisesti eteenpäin ja ohjaus tapahtuu ainoastaan ylös tai alaspäin. Ohjauslaitteena käytetään hengityksellä ohjattavaa hiirtä, joka kiinnitetään vyöllä käyttäjän vyötärölle. Kuvassa 4.4 David MacKay itse esittelee hengityshiiren käyttöä. Hiiri on optinen hiiri, joka liikkuu vyöllä vasemmalle ja oikealle hengityksen avulla. Liikkeet vyöllä tarkoittavat hengitys-Dasherissa liikettä ylös – ja alaspäin. [Breath Dasher Homepage, 2008]

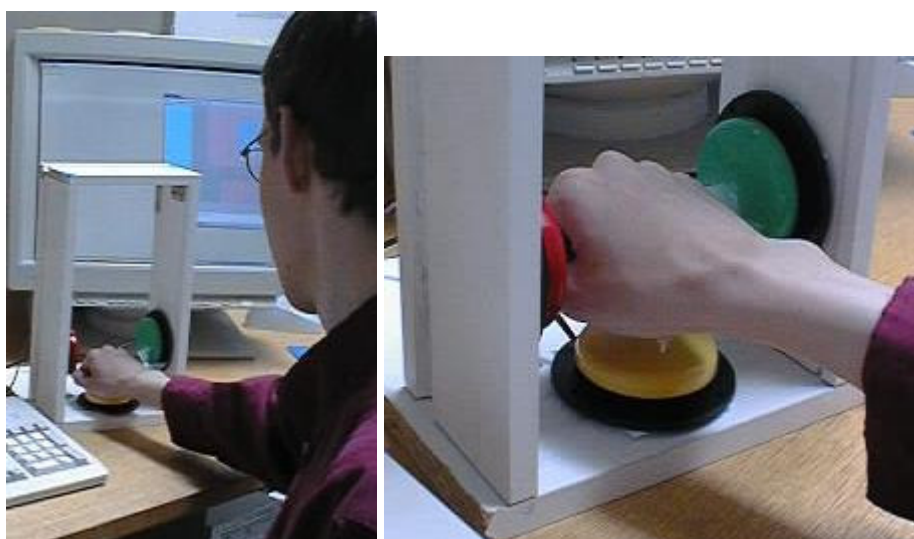


Kuva 4.4. Hengitysohjattava hiiri, joka kiinnitetään vyöllä käyttäjän vatsalle
[Breath Dasher Homepage, 2008].

Dasheria voi ohjata myös puheella, joka soveltuu hyvin esimerkiksi henkilöille, jotka eivät pysty käyttämään lainkaan käsiään. Puheella ohjattava Dasher toimii siten, että käyttäjä sanoo ensin ääneen lauseen, jonka haluaa kirjoittaa. Puheentunnistusohjelmisto (esim. Microsoft SAPI) kirjoittaa koko ajan annettua lausetta Dasherin alaosaan, niin kuin se sen kuulee. Kun käyttäjä on sanonut haluamansa lauseen kokonaan, alkaa Dasher kirjoittaa lausetta. Dasher korjaa ensin puheentunnistusohjelmiston kuulemat sanat ja kirjoittaa ne sen jälkeen oikein tekstikenttään. Eli jos puheentunnistusohjelmisto on kuullut annetun lauseen näin: "each year after the midwinter blizzards there comes a night of thaw when the tinkle of dripping water is heard in the land", Dasher korjaa sen mielestään todennäköisemmäksi lauseeksi, esimerkiksi: "each year after the midwinter blizzards there comes another thought when the tangle of dripping water is heard in the land". [Dasher Homepage, 2008]

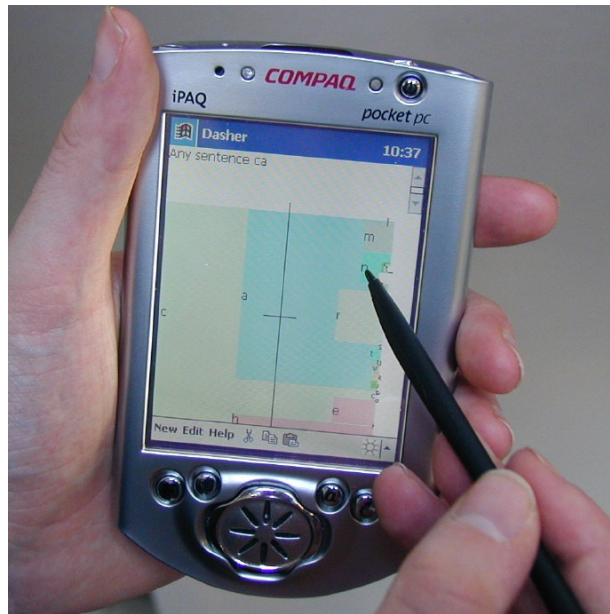
Jotta Dasheria voi ohjata painikkeilla, se vaatii erityisen painikeohjauslaitteen, joka on nähtävissä kuvassa 4.5. Painikkeilla ohjattavaa Dasheria käytetään yksiulotteisena. Kaikilla painikkeilla on oma tarkoituksensa, yksi ohjaa kursoria ylöspäin, toinen alaspäin ja kolmas peruuttaa. Painikkeilla ohjaaminen soveltuu hyvin pienelle käyttäjäryhmälle. Tällaiseen käyttäjäryhmään kuuluvat henkilöt, jotka eivät pysty suoriutumaan tehtävistä, jotka vaativat välitöntä suorittamista ja nopeita ratkaisuja.

Jokainen painikkeen painallus tuo Dasherissa merkkejä aina lähemmäksi, puoli näyttöä kerrallaan. Jos esimerkiksi, aloitustilassa painaa painiketta, jolla pääsee ylöspäin, saa nähtäväkseen neljätoista ensimmäistä merkkiä a:sta m:ään. Seuraavalla painikkeen painamisella saa nähtäväkseen seitsemän merkkiä ja niin edelleen, kunnes merkkien määrä on kaksi. Painikkeilla ohjaaminen on lisätty Dasherin versioon 4. [Dasher Homepage, 2008]



Kuva 4.5. Dasherin ohjaaminen painikkeilla [Dasher Homepage, 2008].

Dasher soveltuu erittäin hyvin käytettäväksi myös pienillä laitteilla, esimerkiksi kämmentietokoneella, jota käytetään yleensä piirtotikulla. Kuvassa 4.6 on Dasher kämmentietokoneessa. Pienillä laitteilla, kuten kämmentietokoneilla, on samantapainen ongelma aikaisemmin kuvatuilla näytöllä olevilla näppäimistöillä (ks. kohta 3.1), eli näytön koko. Sen vuoksi pienillä laitteilla kirjoittaminen voi olla hyvin hidasta, koska esimerkiksi kaikki QWERTY-näppäimistön kirjaimet eivät välttämättä mahdu kerrallaan näytölle tai kirjainten koko on niin pieni, että niihin on vaikea osua piirtotikulla. Dasher on siksi erinomainen vaihtoehto. Dasher toimii jatkuvan navigoinnin avulla, joten käyttäjän on mahdollista kirjoittaa pitkiäkin lauseita nostamatta piirtotikkua lainkaan näytöltä. Tämä nopeuttaa pienten laitteiden tekstinsyöttöä. [Dasher Homepage, 2008]



Kuva 4.6. Dasher kämmentietokoneessa [Dasher Homepage, 2008].

4.3. Tulevaisuus

Tulevaisuudessa on tarkoitus jatkaa Dasherin kehittämistä eteenpäin [Dasher Homepage, 2008]: saada Dasher toimimaan entistä paremmin siihen jo lisätyillä ominaisuuksilla ja mahdollisesti uusilla modalityteilla. Dasherin aakkostoja on jo nyt monille eri kielille, erikoisimpina esimerkkeinä voisi mainita esimerkiksi Kiinan ja Korean kielet. Aakkostoja on kuitenkin aina mahdollista kehittää eteenpäin, ja esimerkiksi kaikkien aakkostojen kielimallia voi aina kehittää miltei rajattomasti.

Dasheria on suurimmaksi osaksi tutkinut ainoastaan sen kehittäjä David MacKay yhdessä David Wardin kanssa. Tämän vuoksi olisikin erityisen arvokasta, että muutkin kuin he tutkisivat Dasheria pitkittäistutkimuksessa.

Dasherin hyötyjä ei voi kukaan kiistää, mutta jos tutkimustulokset ovat ainoastaan sen kehittäjältä, ei niitä voida pitää täysin luotettavina. Kehittäjät ovat yleensä ”sokeita” oman ohjelmansa huonoille puolille. Mikäli muutkin tutkisivat Dasheria laajemmin, se auttaisi erityisen paljon Dasherin todellisia käyttäjiä.

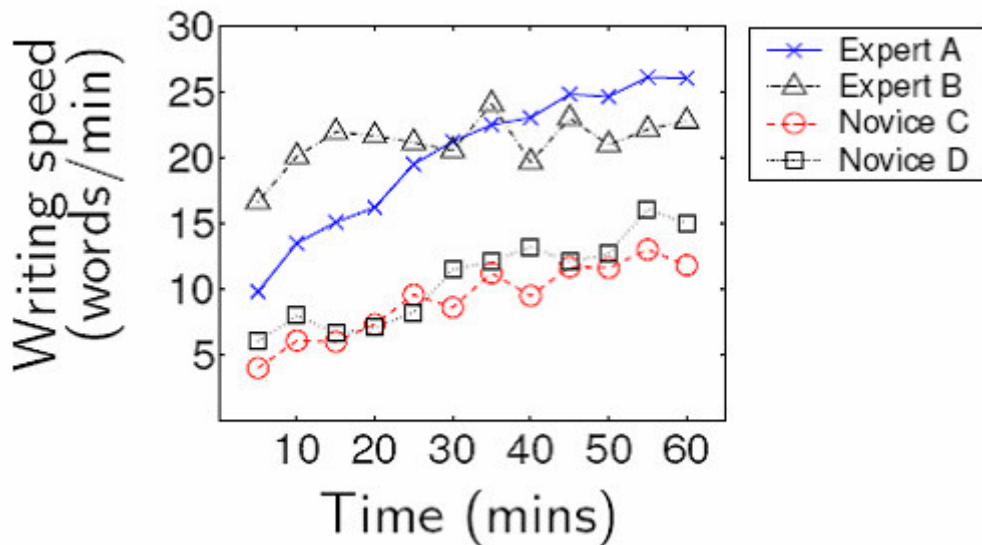
4.4. Aikaisempia tutkimuksia katseohjattavasta Dasherista

Ensimmäinen tutkimus, joka on julkaistu katseella ohjattavasta Dasherista, on sen kehittäjien Wardin ja MacKayn [2002] tutkimus. Heidän tutkimuksessaan oli neljä osallistujaa, joista kaksi oli noviisia ja kaksi kokenutta käyttäjää. He vertasivat Dasheria tietokoneen näytöllä olevaan näppäimistöön, jolla osallistujat pystyivät kirjoittamaan vain noin 15 sanaa minuutissa (words per minute, wpm). Kirjoitusnopeuden yksikkö wpm on selitetty kohdassa 6.1. Tietokoneen näytöllä olevana näppäimistönä Ward ja MacKay [2002] käyttivät WiWik³ näppäimistöä sanan ennustus—ominaisuudella.

Katseella ohjattavalla Dasherilla osallistujien kirjoitusnopeus vaihteli 10:stä 20 sanaan minuutissa, kun he olivat kirjoittaneet yhteensä tunnin. Ward ja MacKay [2002] olivat jakaneet tunnin kahteentoista viiden minuutin tutkimuskertaan. Testilauseet he olivat ottaneet Jane Austenin Emma-romaanista. Lauseet esitettiin nauhalta osallistujalle sitä mukaa, kun hän oli edellisen kirjoittanut.

Wardin ja MacKayn [2002] tutkimuksessa suurimman nopeuden, noin 25 wpm, saavutti toinen kokeneista käyttäjistä, kuten kuvasta 4.7 voidaan nähdä. Molemmat kokeneet käyttäjät olivat käyttäneet Dasheria aikaisemmin, joten he eivät aloittaneet tutkimukseen osallistumista noviisien tavoin tyhjästä. Ward ja MacKay [2002] eivät kuitenkaan kerro tutkimuksessaan, kuinka kauan kokeneet käyttäjät olivat harjoitelleet kirjoittamista katseohjattavalla Dasherilla ennen tutkimukseen osallistumista. On mahdollista, että he ovat harjoitelleet jopa tunteja ennen tutkimukseen osallistumista. Tulokset eivät ole siksi täysin verrattavissa sellaisiin henkilöihin, jotka aloittavat Dasherin käytön ilman aikaisempaa harjoittelua. Wardin ja MacKayn [2002] saavuttamat tulokset ovat lupaavia, mutta kuitenkin on otettava huomioon, että ne perustuvat ainoastaan neljään osallistujaan. Wardin ja MacKayn [2002] tutkimuksessa näytöllä olevan näppäimistön tutkimiseen osallistui vain kaksi kokenutta käyttäjää, joten tulokset eivät ole täysin luotettavia.

³ Saatavilla Internetistä osoitteesta: <http://www.wivik.com/>



Kuva 4.7. Kirjoitusnopeus (wpm) Dasherilla [Ward and MacKay, 2002].

Osallistujat raportoivat Wardin ja MacKayn [2002] tutkimuksessa, että näytöllä olevaa näppäimistöä on hankalampi käyttää kahdesta eri syystä. Ensimmäinen syy oli, että he eivät olleet varmoja, olivatko tehneet virheen kirjoittaessaan tiettyä sanaa. Toinen syy oli, että jokaisen napin painamisen jälkeen oli tarve tehdä päätös siitä, käyttääkö sanan täydentämistä (word completion) vai jatkaako näppäilyä. Sanan täydentämisellä tarkoitetaan sitä, että aina kun käyttäjä on näppäillyt yhden kirjaimen, ohjelma tarjoaa kirjoitetulla kirjaimella tai kirjainyhdistelmällä alkavia yleisimpiä sanoja. Sanan täydentämiseen käyttäjä pääsi katsomalla näppäimistöllä tiettyä sanalistaa. Wardin ja MacKayn [2002] mukaan sanan täydentämisen käyttämiseen näytöllä olevalla näppäimistöllä liittyy riski siitä, että WiVi ei tarjoa juuri käyttäjän haluamaa sanaa. Tämä hidastaa heidän mukaansa kirjoitusnopeutta huomattavasti, koska silloin käyttäjä etsii sanaa turhaan sanalistasta.

Itoh ja muut [2006] vertasivat katsella kirjoittamista Dasherilla GazeTalk-nimiseen [Hansen et al., 2001] katseella ohjattavaan hierarkkiseen käyttöliittymään. Heidän tutkimuksessaan testilauseet olivat japaninkielisiä. GazeTalkissa käytetään merkkien tai sanojen valitsemiseen viiveaikaa. He käyttivät tutkimuksessaan GazeTalkin kahta eri versiota, jotka ovat nähtävillä kuvissa 4.8 ja 4.9. Tutkimukseen osallistui yhteensä viisitoista vapaaehtoista opiskelijaa. Osallistujat jaettiin kolmeen ryhmään siten, että yksi osallistuja kirjoitti ainoastaan yhdellä ohjelmalla ja jokaista ohjelmaa käytti viisi eri osallistujaa. Jokainen osallistuja kirjoitti hänelle valitulla ohjelmalla yhteensä seitsemän tutkimuskertaa. Yhdellä tutkimuskerralla jokainen osallistuja kirjoitti aina 20 lausetta.



Kuva 4.8. GazeTalk, jossa tekstikenttä vasemmassa yläkulmassa, S-GazeTalk [Itoh et al., 2006].



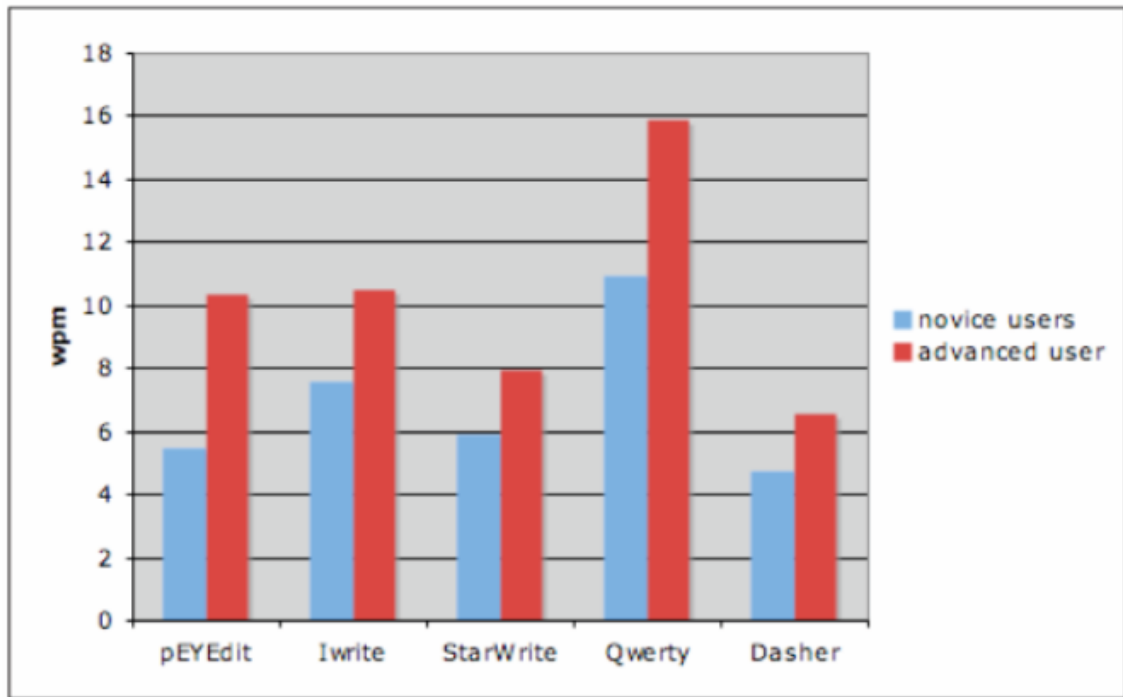
Kuva 4.9. GazeTalk, jossa tekstikenttä keskellä, C-GazeTalk [Itoh et al., 2006].

Itohin ja muiden [2006] tuloksissa ei ole tilastollista eroa GazeTalkin eri versioiden ja Dasherin välillä. Kaikki ohjelmat saavuttivat nopeuden 22–24 Kanji merkkiä minuutissa (character per minute, cpm). Osallistujien kirjoitusnopeus kasvoi nopeudesta 19 cpm nopeuteen noin 23–25 cpm. Itoh ja muut [2006] käyttivät kirjoitusnopeuden mittaamiseen yksikköä cpm yksikön wpm sijaan, koska japanilainen kirjoitussysteemi ei ole täysin verrattavissa latinalaisiin aakkosiin. Heidän mukaan yksikkö cpm on japanilaisilla aakkosilla verrattavissa länsimaalaisiin aakkosiin, mikä helpottaa tulosten vertaamista muiden tutkimustuloksiin.

Vaikka kirjoitusnopeudet olivat Itohin ja muiden [2006] tutkimuksessa kaikilla ohjelmilla lähellä toisiaan, peruutusnäppäimen käyttötiheys (rate of backspacing) oli Dasherilla kuitenkin huomattavasti suurempi kuin S- ja C-

GazeTalkilla. Dasherilla peruutusnäppäimen käyttötiheys oli 0,053 ja GazeTalkin kahdella eri versiolla 0,0028 ja 0,0029. Tämä johtuneee osittain Dasherin ja GazeTalkin erilaisesta toimintaperiaatteesta, koska Dasher poimii jokaisen kirjaimen joka ylittää keskiviivan, vaikka käyttäjä saattaa esimerkiksi ainoastaan ”oikaista” jonkun kirjaimen yli saavuttaakseen haluamansa kirjaimen. GazeTalkissa merkin tai merkkijonon valitseminen tapahtuu katsomalla tiettyä painiketta jonkin aikaa. Peruuttaminen tapahtuu GazeTalkissa katsomalla erillistä peruutuspainiketta. Osallistujien kokemukset olivat positiivisia kaikista kolmesta eri ohjelmasta. Suurin osa käyttäjistä oli tyytyväisiä ohjelmaan. Ensimmäisen tehtävän jälkeen 80 % osallistujista (neljä osallistujaa viidestä) oli tyytyväisiä Dasheriin, kun molempiin GazeTalkin versioihin osallistujista vain 60 % oli tyytyväisiä. Viimeisen tehtävän jälkeen Dasheriin oli kuitenkin tyytyväisiä vain 60 % osallistujista. Itoh ja muut [2006] eivät kuitenkaan ota kantaa siihen, mistä tämä pudotus käyttäjätyytyväisyydessä johtuu.

Urbina ja Huckauf [2007] vertasivat tutkimuksessaan Dasheria kolmeen uuteen katsekirjoitusohjelmaan sekä tavalliseen näytöllä olevaan QWERTY-näppäimistöön. Kyseessä olevat kolme ohjelmaa olivat pEYEdit, Iwrite ja StarWrite. Nämä ohjelmat esiteltiin tarkemmin kohdassa 3.2. He eivät käyttäneet ohjelmien sanojen ennustamista lainkaan tutkimuksessaan. Heidän tutkimuksessaan oli yhteensä 16 osallistujaa, mutta Urbina ja Huckauf [2007] raportoivat vasta alustavia tuloksia, joissa on mukana kaksi noviisia ja yksi kokenut käyttäjä. Tutkimuksessaan he käyttivät Dasheria oletusasetuksilla. He eivät kuvaa tutkimusasetelmaansa kovinkaan tarkasti. He kertovat ainoastaan, että tutkimus oli jaettu kahdelle päivälle, ja eri ohjelmien käyttöjärjestys oli arvottu kullekin osallistujalle erikseen. He raportoivat tuloksia ainoastaan yksikössä wpm, kuten kuvasta 4.10 on nähtävissä.



Kuva 4.10. Kirjoitusnopeudet keskiarvoina [Urbina and Huckauf, 2007].

Urbinan ja Huckaufin [2007] tuloksista huomaa selvästi, että Dasher ei ole ilman sanojen ennustamistoimintoa yhtä nopea kuin muut ohjelmat. Heidän tutkimuksessaan saavutettu keskiarvonopeus 4,7 wpm on verrattavissa Wardin ja MacKayn [2002] raportoimiin noviisikäyttäjien tuloksiin ensimmäisellä tutkimuskerralla (kuva 4.7). Vaikka Dasher oli kirjoitusnopeudeltaan hitain ohjelma, Urbinan ja Huckaufin [2007] tutkimuksen noviisiosallistujat pitivät sitä nopeana. Tämä johtuu Dasherin dynaamisuudesta, josta saa mielikuvan, että kirjoittaa nopeasti, vaikka nopeus olisikin hidas. Tutkimuksen kaikki osallistujat pitivät eniten näytöllä olevasta näppäimistöstä, koska se on tuttu ja sillä kirjoitusnopeus oli kaikista nopein. Vaikka Urbinan ja Huckaufin [2007] tulokset olivat vasta alustavia, ovat he sitä mieltä, että viiveajattomat kirjoitusohjelmat ovat katseella kirjoitettaessa parempi vaihtoehto kuin näytöllä olevat näppäimistöt.

Kaikissa edellä mainituissa tutkimuksissa osallistujat ovat olleet terveitä (eng. able-bodied). On kuitenkin otettava huomioon, että katsekirjoitusohjelmat on erityisesti suunnattu vakavasti vammautuneille henkilöille, joten tutkimustulokset eivät välttämättä ole suoraan verrattavissa heidän oppimiseensa. Henkilöille, joilla ei ole aikaisempaa kokemusta kirjoittamisesta tietokoneella, saattaa oppimisaika olla pitkäkin [Donegan et al., 2005] ennen kuin he hyötyvät Dasherin kaltaisesta ohjelmasta.

5. Tutkimus

Tässä luvussa esitellään tutkimus, joka suoritettiin Tampereen yliopiston Tietojenkäsittelytieteiden laitoksen katselaboratoriossa kesäkuussa 2007. Kohdassa 5.1 esitellään tutkimusongelma ja kohdassa 5.2 kerrotaan pilottitestistä. Kohdassa 5.3 esitellään tutkimuksen osallistujat. Kohdassa 5.4 käydään läpi tutkimuksen tekniset asetukset. Kohdassa 5.5 esitellään testitehtävä, ja lopuksi kohdassa 5.6 käydään läpi tutkimuksen kulkua. Tulokset esitetään luvussa 6.

5.1. Tutkimusongelma

Tässä tutkimuksessa tutkittiin, kuinka helposti ja nopeasti Dasherin käytön oppiminen tapahtuu käyttäen ainoastaan katseenseurantalaitetta. Nopeuden lisäksi haluttiin tietää, minkä nopeuden osallistujat pystyvät saavuttamaan kahden ja puolen tunnin harjoittelun jälkeen. Koska Wardin ja MacKayn tutkimus oli vain tunnin pituinen, tässä tutkimuksessa haluttiin vähintään kaksinkertaistaa tuo aika. Kaksi ja puoli tuntia kirjoitusaikaa katseella osallistujaa kohti oli kohtuullinen vaihtoehto. Lisäksi haluttiin selvittää, kuinka paljon kirjoitusvirheitä osallistujat tekevät tutkimuksen aikana. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli myös selvittää hyviä ja huonoja puolia katseella ohjattavasta Dasherista. Käyttäjäkokemusten perusteella saatiin tietoa esimerkiksi siitä, kuinka raskasta Dasherilla kirjoittaminen on silmille.

5.2. Pilottitestit

Pilottitestien tarkoituksena oli selvittää se, kuinka hyvin varsinaiset testiasetukset toimivat. Pilottitestien perusteella myös päätettiin Dasherin aloitusnopeus varsinaisia testejä varten. Pilottitesteissä tutkimuksen vetäjä sai mahdollisuuden harjoitella tutkimuksen kulkua, jotta hän pystyi vetämään varsinaisen tutkimuksen sujuvasti läpi. Lisäksi pilottitesteissä testattiin haastattelukysymykset varsinaista tutkimusta varten. Pilottitestien tarkoituksena ei ollut mitata sitä, kuinka nopeasti osallistujat pystyivät kirjoittamaan Dasherilla katseenseurantalaitteen avulla. Pilottitestit kestivät noin tunnin. Osallistujille kerrottiin ensin tutkimuksen tarkoitus ja Dasherin toimintaperiaate, kuten kohdassa 5.6 kerrotaan. Tämän jälkeen he kirjoittivat 15 minuuttia katseella, kohdassa 5.5 kuvatulla tavalla. Lopuksi heitä haastateltiin.

5.2.1. Pilottitestiosallistujat

Pilottitesteissä oli kaksi osallistujaa, jotka olivat molemmat noviiseja katseella kirjoittamisessa. Molemmat osallistujat olivat naisia, toisen ikä oli 24 vuotta ja toisen 54 vuotta. Molemmat osallistujat käyttivät vahvoja silmälaseja. Toinen

osallistujia oli vanhempi kuin varsinaiseen testiin osallistujat, koska sitä kautta kokeen vetäjä sai arvokasta kokemusta, mitä hänen tulee kertoa varsinaiseen tutkimukseen osallistujille. Hawthornin [2000] havaintojen mukaan erikoiset kirjasimet sekä kuvioidut taustat hankaloittavat vanhempien (45-vuotiaat ja vanhemmat) ihmisten lukemista. Tämän vuoksi oli hyvä, että toinen pilottitestin osallistuja oli vanhempi, koska Dasherin taustavärien vuoksi saattaa sillä kirjoittaminen olla joillekin ihmisille hankalaa.

5.2.2. Pilottitestien kehitys

Ensimmäinen pilottitesti pidettiin 30.5.2007 Tampereen yliopiston tietojenkäsittelytieteiden katselaboratoriossa. Toinen pilottitesti pidettiin 31.5.2007. Kyselylomakkeessa kysyttiin ensimmäisessä pilottitestissä silmälasien vahvuutta, joka kuitenkin poistettiin myöhemmästä versiosta, koska se havaittiin turhaksi. Tutkimuksen kannalta on oleellista tietää ainoastaan, käyttäkö osallistuja silmälasia. Kyselylomakkeesta toinen osallistuja sanoi, ettei ymmärrä mitä tarkoittaa tekstinsyöttökoe. Varsinaista tutkimusta varten kyselylomakkeeseen lisättiin lyhyt selitys siitä, mitä tekstinsyöttökoe tarkoittaa.

Katseenseurantalaitteen kalibrointia harjoiteltiin pilottitesteissä, jotta tutkimuksen vetäjä pystyisi suorittamaan kalibroinnin varsinaisessa tutkimuksessa nopeasti ja vaivattomasti. Tämän vuoksi molemmilla pilottitestin osallistujilla oli vahvat silmälasit. Silmälasit voivat olla haastavia heijastusten takia, kuten kohdassa 2.2 kerrottiin.

Dasherin aloitusnopeus oli ensimmäisessä pilottitestissä 0,3 bps, joka kuitenkin muutettiin toiseen pilottitestin nopeudeksi 0,21 bps. Dasherin aloitusnopeuden muuttaminen ensimmäisen pilottitestin jälkeen johtui siitä, että tutkimuksen vetäjä piti aloitusnopeutta 0,3 bps liian nopeana.

5.2.3. Pilottitestien tulokset

Pilottitestiin osallistujilta ei saatu varsinaisia tutkimustuloksia. He vastasivat kuitenkin samoihin haastattelukysymyksiin kuin varsinaiseen tutkimukseen osallistujat. Lisäksi heiltä kysyttiin oliko Dasherin aloitusnopeus heistä sopiva.

Ensimmäisen osallistujan mielestä aloitusnopeus oli liian nopea, joten sitä hidastettiin toista pilottitestiä varten. Toisen osallistujan mielestä aloitusnopeus oli hieman hidas, mutta oli kuitenkin sitä mieltä, että sitä ei kannata nopeuttaa. Hän sanoi, että oli kuitenkin hyvä, että aloitusnopeus on hidas, jotta pystyy ymmärtämään Dasherin idean paremmin.

Ensimmäisen osallistujan mukaan 15 minuuttia on juuri sopivan pituinen aika Dasherilla kirjoittamiseen. Toinen osallistuja puolestaan keskeytti tutkimuksen kymmenen minuutin kohdalla, koska koki kirjoittamisen liian raskaaksi silmille. Hän ei ymmärtänyt Dasherin ideaa kymmenessä minuutissa

ja hän mainitsikin, että siinä on hänen mielestään liikaa värejä joka puolella. Hän ehdotti, että kirjaimet voisivat olla vain jonossa, ilman sekoittavia värejä. Toinen osallistuja puolestaan piti Dasheria varsin onnistuneena, vaikka hän ei saavuttanutkaan kovin suurta nopeutta yhden kerran aikana. Hänen mielestään Dasher sopii erinomaisesti kohderyhmälleen.

Pilottitesteistä saatiin arvokasta tietoa siitä, kuinka varsinainen tutkimus tullaan vetämään läpi. Ennen kaikkea päätettiin se, millä lähtönopeudella varsinainen tutkimus tullaan aloittamaan.

5.3. Osallistujat

Varsinaiseen tutkimukseen osallistui kaksitoista vapaaehtoista yliopisto-opiskelijaa (5 miestä, 7 naista). He olivat iältään 21 ja 30 ikävuoden välillä. Kaikki osallistujat puhuivat Suomea äidinkielenään. Yksitoista osallistujaa raportoi näkönsä olevan hyvä, joko ilman silmälaseja tai silmälaseilla korjattuna. Yksi osallistuja raportoi näkönsä olevan huono, mikä ei kuitenkaan vaikuttanut tutkimukseen lainkaan.

Kaikki osallistujat olivat noviiseja katseella kirjoittamisessa. Kaksi osallistujaa raportoi kokeilleensa aikaisemmin katseella kirjoittamista näytöllä olevalla näppäimistöllä lyhyesti, noin viiden minuutin ajan. Yksi osallistuja kertoi nähneensä hiirellä ohjattavan Dasherin aikaisemmin, mutta ei ollut käyttänyt sitä itse.

Kiitoksena tutkimukseen osallistumisesta jokainen osallistuja palkittiin neljällä Finnkinon elokuvalipulla. Elokuvaliput he saivat viimeisen testikerran jälkeen. Jotta osallistujien motivaatio säilyisi hyvänä koko kymmenpäiväisen tutkimuksen ajan, heille kerrottiin, että se, joka oppii käyttämään Dasheria parhaiten, saa elokuvalippujen lisäksi lisäpalkinnon. Lisäpalkinnoksi luvattiin joko iPod Shuffle mp3-soitin tai digitaalikamera osallistujan valinnan mukaan.

5.4. Tekniset asetukset

Tutkimuksessa oli käytössä Dasherin versio 4.4.1, joka toimi Windows XP-käyttöjärjestelmässä. Tutkimuksessa käytettiin Tobii 1750 katseenseurantalaitetta, joka oli yhdistetty 17-tuumaiseen TFT-värinäyttöön. Näytön resoluutiona oli 1280 x 1024. Katsehiirenä käytettiin MyTobii-ohjelmiston versiota 2.3.1.0. MyTobiin hiiren asetukset säädettiin reagoimaan nopeammin katseeseen, eli vähennettiin "smoothing"-arvoa⁴ ja otettiin hiiren klikkaus (mouse click) -toiminto pois päältä. Näin osallistujat eivät tulleet vahingossa painaneeksi esimerkiksi Dasherin painikkeita. Osallistujat istuivat

⁴ Suodattaa, tasoittaa.

50–60 senttimetrin päässä näytöltä, eikä heidän liikkeitään rajoitettu millään tavalla.

Dasherin aakkostona tutkimuksessa käytettiin aakkostoa ”Suomalainen / Finnish with punctuation and Numerals”. Kielimalli mukautuu kirjoitettaessa (language model adapts as you write) -valinta asetettiin päälle, jotta Dasher oppisi lauseet, joita osallistuja kirjoitti. Suomen kielen kielimallina Dasherissa käytettiin Leena Krohnin lyhyttä romaania *Pereat Mundus* (WSOY, 1998). Tämä romaani tulee Dasherin asennuspaketin mukana, ja suomenkielinen aakkosto käyttää sitä kielimallina.

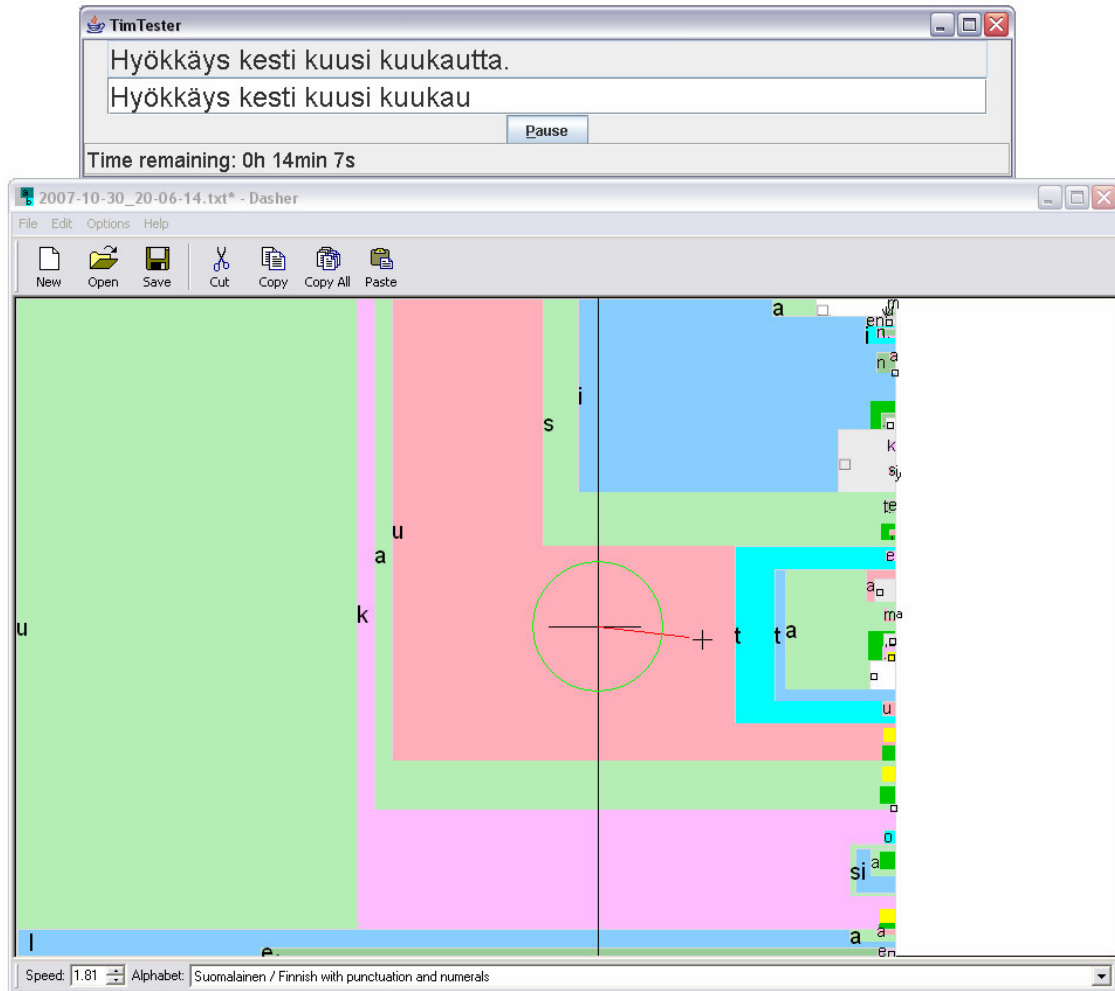
Dasherin asetukset säädettiin katseelle sopiviksi. Dasher asetettiin katseenseurantatilaan (eyetracker mode) ja katseenseurannan automaattinen kalibraatio (eyetracker autocalibration) -valinta asetettiin päälle. Katseenseurantatila vaihtaa Dasherin dynamiikkaa siten, että se soveltuu paremmin katseella ohjattavaksi. Katseenseurannan automaattinen kalibraatio -valinta korjaa automaattisesti katseenseurantalaitteen kalibraatiosta mahdollisesti johtuvat pystysuorat tarkkuusvirheet. Tämä mahdollistaa sen, että Dasheria voi käyttää, vaikka kalibraatiotulos ei olisi kaikkein paras.

Aloitusta hiiren asennosta (start with mouse position) -valinta asetettiin päälle arvolla keskusympyrä (centre circle). Tämä keskusympyrä on katseelle luonnollinen tapa aloittaa Dasherilla kirjoittaminen sekä pysäyttää Dasher. Dasher laitetaan päälle vain katsomalla keskusympyrää, joka on aluksi punainen kun Dasher on pysähtynyt, keltainen katseen kohdistuessa keskusympyrään ja läpinäkyvä Dasherin ollessa päällä. Pysäytys ikkunan ulkopuolella (pause outside window) -valinta asetettiin päälle. Tällä valinnalla Dasher pysähtyy osallistujan katsoessa Dasherin ruudun ulkopuolelle, tai kun osallistuja tarkistaa kirjoitettavan lauseen TimTester-ohjelmasta [Isokoski and Raisamo, 2004; Isokoski and Linden, 2004]. TimTester-ohjelma sijoitettiin Dasherin ruudun yläpuolelle.

Dasherin aloitusnopeudeksi asetettiin 0,21 bps pilottitestien perusteella. Dasherin nopeuden yksikkönä käytetään bittia sekunnissa (bits per second, bps) [Ward et al., 2000]. Mukauta nopeus automaattisesti (adapt speed automatically) -valinta asetettiin päälle, jotta Dasherin nopeus kasvaisi automaattisesti sitä mukaa kun osallistujien kirjoitustaidot paranevat. Samoin Dasherin nopeus myös hidastuu, mikäli osallistujat pyrkivät kirjoittamaan hitaammalla vauhdilla.

Dasher asetettiin suoraan sisääntulotilaan (Direct entry mode), jotta sillä pystyi kirjoittamaan tekstiä TimTester-ohjelmaan. Dasherin koko oli, kuten Dasherin manuaalissa [MacKay, 2006] suositellaan, 1025 x 640 pikseliä, pois

lukien valikkorivit. Kuvassa 5.1 nähdään kaikki tutkimuksessa käytetyt asetukset sekä TimTester-ohjelma.



Kuva 5.1. Tutkimusasetelma.

5.5. Tehtävä

Osallistujien tehtävänä oli kirjoittaa niin monta lausetta kuin mahdollista viidentoista minuutin aikana. Heitä pyydettiin kirjoittamaan lauseet mahdollisimman nopeasti ja tarkasti. Mikäli he huomasivat virheitä sillä hetkellä kirjoittamissaan sanoissa Dasherin pääikkunassa, heitä pyydettiin korjaamaan ne. Jos he huomasivat virheitä aikaisemmin sanoissa, heitä pyydettiin antamaan virheiden olla.

Tutkimuslauseet olivat alun perin englanninkielisiä lauseita, joita on käytetty useissa tekstinsyöttötutkimuksissa. Lauseet ovat alun perin luoneet MacKenzie ja Soukoreff [2003], mutta Isokoski ja Linden [2004] ovat kääntäneet lauseet suomenkielisiksi. Alkuperäisissä lauseissa ei ollut lainkaan isoja alkukirjaimia tai välimerkkejä, mutta Isokoski ja Raisamo [2004] lisäsivät ne osaan lauseista. Tässä tutkimuksessa käytetään Isokosken ja Raisamon [2004] suomenkielisiä

lauseita. Lauseet ovat kohtuullisen lyhyitä, helposti muistettavia ja tunteita herättämättömiä, joten osallistujien on helppo painaa lauseet mieleensä ja kirjoittaa ne sen jälkeen. Lauseita⁵ on yhteensä 500. Esimerkkejä lauseista on liitteessä 4.

Testilauseet esitettiin Poika Isokosken TimTester⁶-ohjelmalla, joka on Java-perustainen tekstinsyöttöohjelma. Se sijoitettiin Dasherin ruudun yläpuolelle, kuten kuvassa 5.1 näkyy. Ohjelmaan voi määrittää ajan, kuinka kauan tutkimus kestää. Kuvassa 5.1 ollaan kirjoittamassa lausetta ”Hyökkäys kesti kuusi kuukautta”. TimTester-ohjelmassa näkee koko ajan, kuinka paljon aikaa on jäljellä 15 minuutista. Ohjelma pysähtyy automaattisesti kun viisitoista minuuttia on kulunut. Jos osallistuja on vielä viidentoista minuutin kohdalla kirjoittamassa lausetta, ohjelma pysähtyy vasta sen jälkeen kun osallistuja on saanut kirjoitettua viimeisenkin lauseen ja syöttänyt rivinvaihtomerkin.

TimTester-ohjelma vaihtaa lauseen aina kun käyttäjä on kirjoittanut mielestään lauseen kokonaan ja etsinyt rivinvaihtomerkin. Rivinvaihtomerkki kuuluu Dasherin aakkostoon. TimTester arpoo näytettävän lauseen 500 lauseen joukosta, jolloin jokaisella lauseella on yhtä suuri todennäköisyys jokaisella kerralla tulla näytetyksi. On myös mahdollista, että sama lause tulee kaksi kertaa peräkkäin, koska TimTester-ohjelma ei pidä kirjaa siitä, minkä lauseen se kulloinkin näyttää.

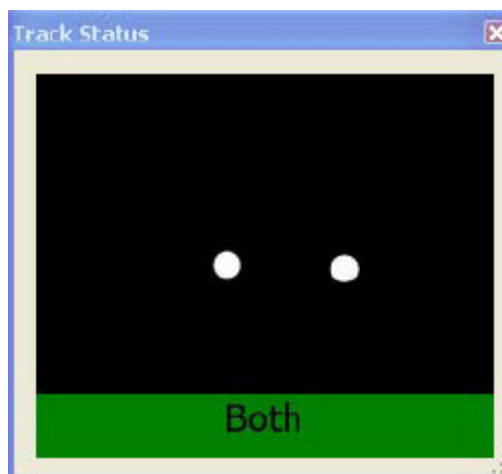
5.6. Tutkimuksen kulku

Jokainen osallistuja kävi tutkimuksessa yksi kerrallaan, yhteensä kymmenen kertaa kesäkuun 2007 aikana. Jokaisella tutkimuskerralla osallistujat kirjoittivat katseohjattavalla Dasherilla 15 minuuttia. Ensimmäinen ja kymmenes tutkimuskerta kesti maksimissaan tunnin ja toisesta yhdeksänteen kertaan kesto oli maksimissaan puoli tuntia. Ensimmäisellä tutkimuskerralla käytiin läpi testin kulkua ja tutustuttiin Dashiin sekä suoritettiin ensimmäinen 15 minuutin tutkimuskerta katseella. Toisesta yhdeksänteen tutkimuskertaan kirjoitettiin Dasherilla 15 minuuttia kerrallaan. Viimeisellä kerralla osallistujat kirjoittivat ensin Dasherilla katseella 15 minuuttia, sen jälkeen oli vuorossa lyhyt haastattelu. Lopuksi osallistujat kirjoittivat vielä 15 minuuttia Dasherilla hiirellä. Hiirellä kirjoittamisen jälkeen osallistujilta kysyttiin vielä muutama kysymys.

Ensimmäisellä kerralla ennen varsinaisen tutkimuksen aloitusta osallistujien kanssa käytiin läpi testin kulku. Lisäksi heitä pyydettiin täyttämään taustatietolomake (ks. Liite 1). Tämän jälkeen tutkimuksen vetäjä esitteli

⁵ ⁶ Testilauseet ja TimTester-ohjelma ovat saatavilla Internetissä osoitteessa: <http://www.cs.uta.fi/~poika/downloads.php>

osallistujille lyhyesti Dasheria hiiren avulla. Osallistujat eivät saaneet tässä vaiheessa vielä tutustua Dasheriin itse. Kun Dasher oli esitelty, tutustuttiin katseenseurantalaitteen ja MyTobii-ohjelmiston käyttöön. Osallistujille esiteltiin ns. pupilli-näyttö (ks. kuva 5.2), jotta he saivat kuvan siitä, kuinka katseenseurantalaite löytää heidän silmänsä. Lisäksi he saivat hetken aikaa liikkua vapaasti, jotta he näkivät, että he eivät voi liikkua kovinkaan paljon testin aikana ettei katseenseurantalaite kadota heidän silmiään.



Kuva 5.2. MyTobiin katseenseurannan tila, ns. pupilli-näyttö. Katseenseurannan tilasta on mahdollista nähdä, kuinka hyvin kamera löytää käyttäjän silmät.

Tässä kuvassa se on löytänyt molemmat silmät.

Pupillinäyttöön tutustumisen jälkeen suoritettiin kalibrointi. Kalibroinnin jälkeen osallistujat saivat harjoitella hetken aikaa kirjoitusta MyTobiin kirjoitusohjelmalla, jotta he saivat kuvan siitä, miten katseella kirjoittaminen tapahtuu perinteisellä menetelmällä ja kuinka hidasta se on. Lisäksi MyTobiin kirjoitusohjelmalla kirjoittaminen antoi heille hyvää vertauspohjaa Dasherin käyttöä varten. Kun harjoittelu-aikaa MyTobiin kirjoitusohjelmalla kertyi tarpeeksi, noin muutama minuutti osallistujan innokkuudesta riippuen, aloitettiin testaaminen Dasherilla. Ennen tutkimuksen aloittamista osallistujilta kysyttiin vielä, onko heillä mitään kysyttävää. Heitä lisäksi rohkaistiin kysymään tutkimuksen kuluessa, mikäli kysyttävää tulisi mieleen myöhemmin, ei kuitenkaan kirjoittamisen aikana. Heille myös korostettiin, että he saavat keskeyttää tutkimuksen milloin vain niin halutessaan. Heiltä myös kysyttiin tuntemuksia jokaisen tutkimuskerran jälkeen. Osallistujat saivat vapaasti kertoa mielipiteitään ja kokemuksiaan.

Ensimmäisen tutkimuskerran jälkeen osallistujia pyydettiin allekirjoittamaan lupaus (ks. Liite 2), että he eivät käytä Dasheria muualla niin kauan kuin he osallistuvat ko. tutkimukseen. Lisäksi heille kerrottiin luvassa olevasta ylimääräisestä palkinnosta: mp3-soittimesta tai digitaalikamerasta. Osallistujille

kerrottiin, että palkinnon saisi se osallistuja, joka oppisi kirjoittamaan katseella Dasherilla kaikkein parhaiten. Heille kerrottiin, että ensimmäisen tutkimuskerran tuloksia käytetään vertauspohjana. Lisäksi heille korostettiin, että osallistujia ei verrata toisiinsa vaan itseensä.

Toisesta yhdeksänteen tutkimuskertaan kerrottiin osallistujille, että testaus menee samalla lailla kuin edellisellä kerralla eli aluksi suoritetaan kalibrointi ja aloitetaan sen jälkeen kirjoittaminen Dasherilla. Osallistujilta kysyttiin ennen tutkimuksen aloittamista, onko heillä jotain kysyttävää. Mikäli kysyttävää ei ilmennyt, suoritettiin kalibrointi ja aloitettiin tutkimus. Osallistujat jatkoivat jokaisella kerralla siitä Dasherin nopeudesta, minkä he olivat edellisellä kerralla saavuttaneet.

Jos osallistujien mielestä katseenseurantalaite ei löytänyt enää heidän katsettaan, suoritettiin uudelleen kalibrointi kesken kirjoittamisen. Kalibroinnin ajaksi TimTester-ohjelma pysäytettiin, ettei tutkimusaikaa kuluisi. Mikäli tarve uudelleen kalibrointiin syntyi, yritettiin se suorittaa kahden lauseen välissä. Mikäli kalibrointi suoritettiin kesken kirjoitettavan lauseen, poistettiin ko. lause analyysistä. Tarve uudelleen kalibrointiin syntyi yleensä, mikäli osallistuja oli liikkunut kirjoittamisen aikana.

Viimeisellä tutkimuskerralla suoritettiin ensin kalibrointi ja testattiin 15 minuutin ajan Dasherilla katseella kirjoittaen. Kun 15 minuuttia oli kulunut, suoritettiin haastattelu. Haastattelua varten oli valmiita kysymyksiä (ks. liite 3). Osallistujan vastausten perusteella saattoi herätä lisäkysymyksiä, joita tutkimuksen vetäjä kysyi sopivassa kohdassa. Kun haastattelu oli suoritettu, pyydettiin osallistujaa kirjoittamaan Dasherilla hiirellä 15 minuutin ajan, vastaavasti kuin katseella. Kun hiirellä kirjoittaminen oli suoritettu, pyydettiin koehenkilöä vertailemaan kokemuksiaan hiirellä ja katseella. Lopuksi osallistujia kiitettiin siitä, että he jaksoivat suorittaa koko kymmenosaisen tutkimuksen ja annettiin heille luvatut neljä Finnkinon elokuvalippua.

6. Tulokset

Tulokset perustuvat yhdentoista osallistujan dataan. Yhden osallistujan tulokset poikkesivat huomattavasti muiden osallistujien tuloksista, toisin sanoen hänen tuloksensa olivat tilastollisesti muista merkitsevästi poikkeavia. Kutsun häntä jatkossa nimityksellä erikoistapaus (outlier). Hänen tuloksiaan ei ole otettu huomioon analyysissä. Hänen tuloksensa ovat kuitenkin mukana kaavioissa, merkittynä aina punaisella katkoviivalla.

Jokaisen lauseen analysointi alkoi ensimmäisen merkin syöttämisestä ja päättyi lauseen viimeisen merkin syöttämiseen. Tuloksista on jätetty pois rivinvaihtomerkki, joka vaihtoi aina seuraavan lauseen, koska osallistujilla meni aikaa sen löytämiseen. Rivinvaihtomerkki oli sijoitettu Dasherin aakkostossa välimerkkien alapuolelle ja oli siksi hankala löytää. Osallistujien etsiessä rivinvaihtomerkkiä he saattoivat kirjoittaa vahingossa lisää merkkejä, jotka on myös jätetty analyysin ulkopuolelle. Tulosten analysointiin käytettiin Dasherin lokitiedostoja. Muutaman tutkimuskerran tulokset puuttuvat teknisistä ongelmista johtuen. Näiden tutkimuskertojen tulokset on korvattu edellisen ja seuraavan tutkimuskerran tulosten keskiarvolla.

Koko tutkimuksen aikana ainoastaan kahdella osallistujalla oli tarvetta uudelleen kalibrointiin. Ensimmäisen osallistujan kohdalla tarve syntyi yleensä aina ennen kun koko tutkimus oli lähtenyt kunnolla käyntiin, heti tutkimuskerran ensimmäisen lauseen kohdalla. Toinen osallistuja liikkui päätään tutkimuksen aikana, joten katseenseurantalaite saattoi kadottaa hänen katseensa. Näin tapahtui 2-3 tutkimuksen aikana, ennen kuin hän oppi pitämään päätään paikoillaan.

Tässä luvussa raportoidaan tutkimuksesta saadut tulokset, jotka jaetaan kahteen osaan: tekstinsyöttönopeus (text entry rate), kohta 6.1, ja virhesuhde (error rate), kohta 6.2. Kohdassa 6.3 verrataan katseella ja hiirellä saatuja tuloksia. Kohdassa 6.4 käsitellään käyttäjätyytyväisyyttä. Tässä tutkimuksessa käytetään niitä käsitteitä, joita Wobbrock [2007] suosittelee.

6.1. Tekstinsyöttönopeus

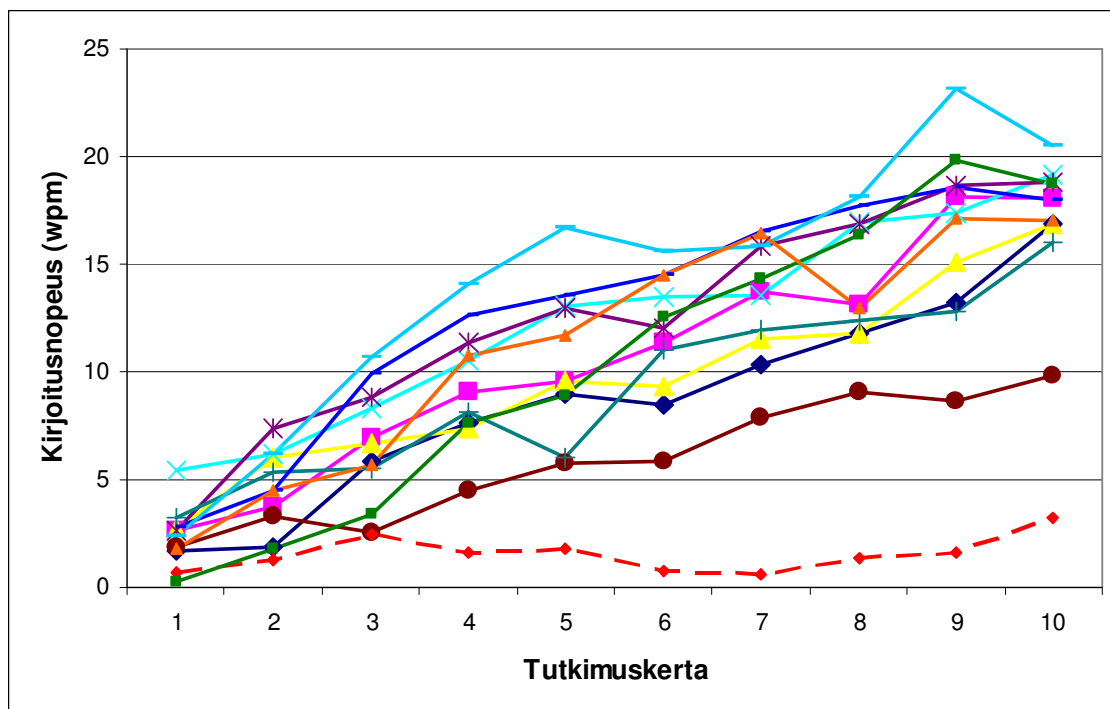
Tekstinsyöttönopeus mitattiin kahdella eri tavalla: Kirjoitusnopeutena sanaa minuutissa (words per minute, wpm) ja Dasherin nopeutena, jonka yksikkö on bittiä sekunnissa (bit per second, bps) [Ward et al., 2000]. Tässä tutkimuksessa käytetään lyhenteitä wpm ja bps.

Wpm mitataan siten, että jokainen sana on määritelty viiden merkin pituiseksi, välilyönti ja välimerkit mukaan luettuna [Wobbrock, 2007]. Wpm lasketaan kaavalla

$$wpm = \frac{|T|-1}{S} * 60 * \frac{1}{5}. \quad (6.1)$$

Kaavassa 6.1 T on lopullinen merkkijono, jonka osallistuja on syöttänyt, ja |T| on merkkijonon pituus. Kuten on jo mainittu, T sisältää välilyönnin ja välimerkit, mutta ei peruutuksia. Tästä johtuen wpm ei ota huomioon kirjoitusprosessia kokonaisuudessaan, ainoastaan lopputuloksen. S on kaavassa aika sekunteina, mitattuna ensimmäisen merkin syötöstä viimeisen merkin syöttämiseen. Kaavassa (6.1) "60" tarkoittaa sekunteja minuutissa ja "1/5" tarkoittaa sanoja merkkiä kohden. Bps on Dasherin ilmoittama kirjainten liikenopeutta kuvaava luku.

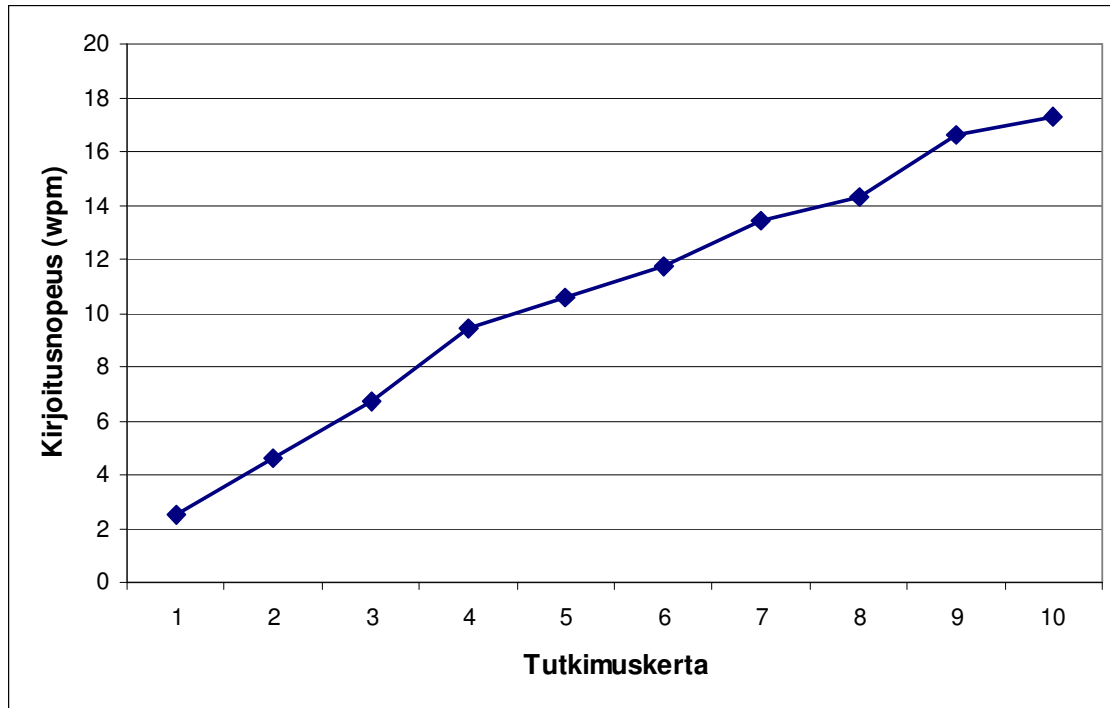
Kuvassa 6.1 on jokaisen osallistujan kirjoitusnopeus kymmenen tutkimuskerran osalta. Ensimmäisen tutkimuskerran keskiarvo analysoitujen osallistujien kesken oli 2,49 wpm ja kymmenennen tutkimuskerran keskiarvo oli 17,26 wpm, joten selvästi oppimista on tapahtunut. Suurimman nopeuden, 23,11 wpm, saavutti osallistuja 9 tutkimuskerralla 9.



Kuva 6.1. Kaikkien osallistujien kirjoitusnopeus. Kuvassa myös erikoistapaus, joka ei koskaan päässyt yli 5 wpm:n.

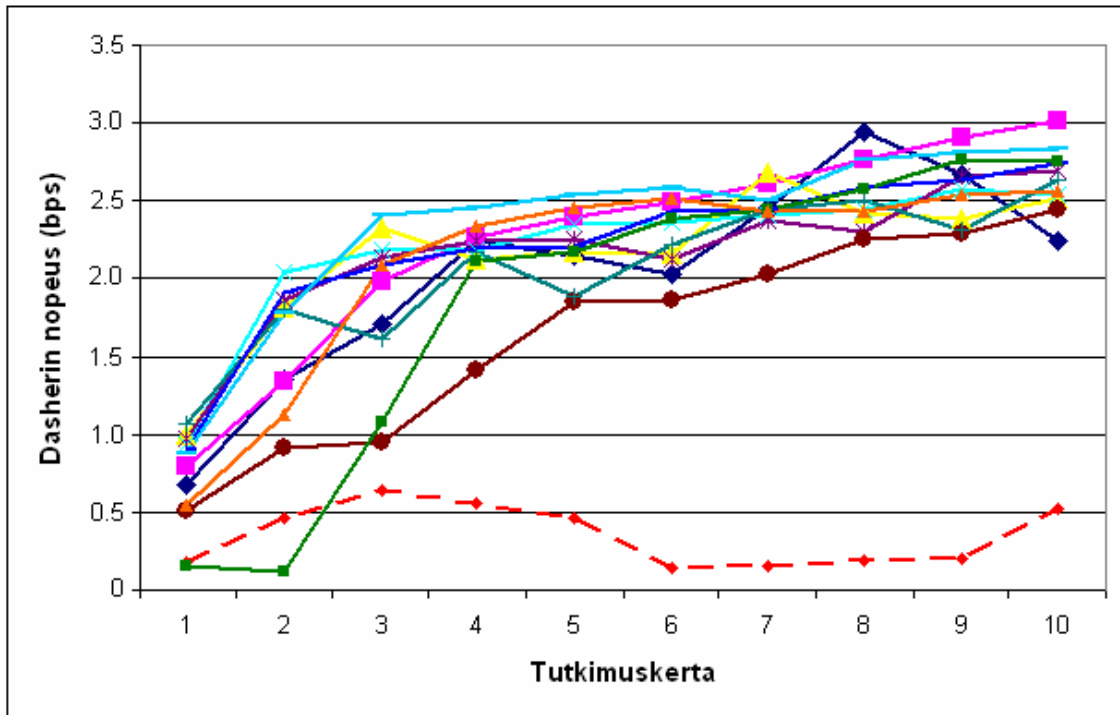
Kuvassa 6.1 on mukana kaikki 12 osallistujaa, joten se on hieman epäselvä. Kuvassa 6.2 on kirjoitusnopeus (wpm) 11 analysoidun osallistujan yhteisellä keskiarvolla. Kuvasta 6.2 voidaan selvästi havaita, että oppimiskäyrä jatkaa vielä kulkuaan, koska se on melkein lineaarinen. Yleensä oppimiskäyrät kulkevat ensin jyrkästi ylöspäin ja sen jälkeen tasaantuvat tiettyyn arvoon. Tässä oppimiskäyrässä ei ole vielä tavoitettu sitä arvoa, jossa nopeuden kasvaminen

alkaa tasaantua. Siitä voidaan vetää ainakin se johtopäätös, että kaksi ja puoli tuntia on liian lyhyt aika maksiminopeuden saavuttamiseksi. Jos tutkimus olisi ollut pidempi, on mahdollista, että kuvan 6.2 käyrä olisi tavallisemman oppimiskäyrän muotoinen.

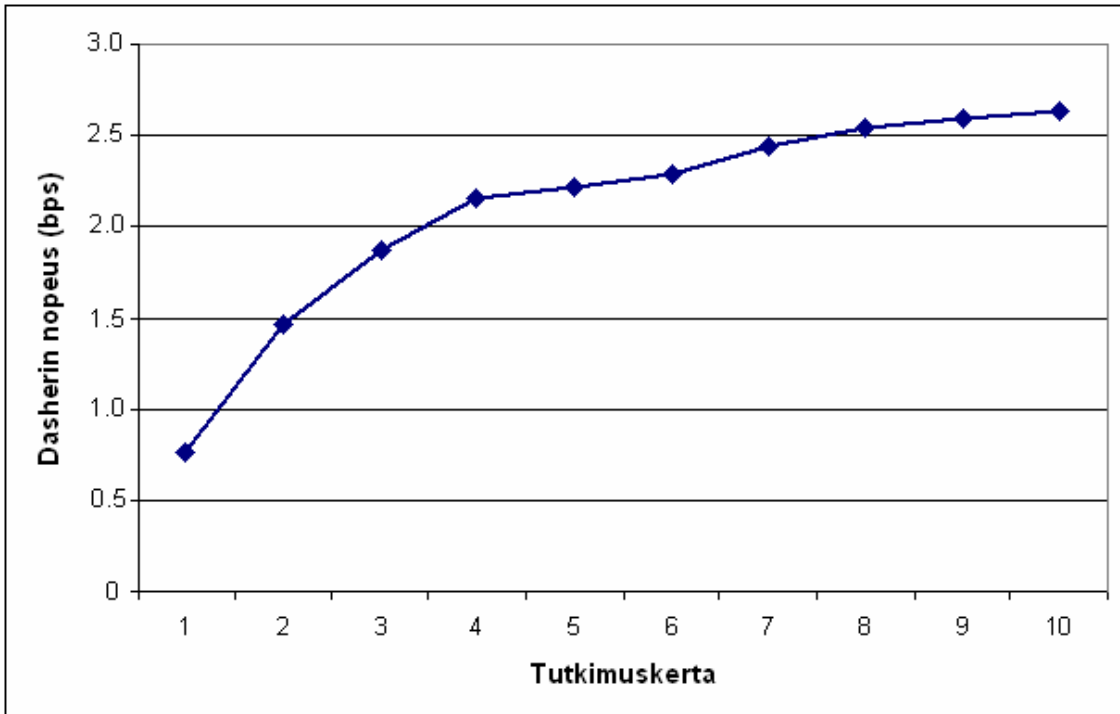


Kuva 6.2. Kirjoitusnopeuden (wpm) keskiarvo.

Dasherin nopeus asetettiin jokaiselle osallistujalle aluksi arvoon 0,21 bps. Dasherin nopeus kasvoi jo ensimmäisen tutkimuskerran aikana keskiarvoon 0,76 bps. Kymmenennen tutkimuskerran keskiarvo oli 2,63 bps. Neljän ensimmäisen tutkimuskerran aikana Dasherin nopeus kasvoi nopeaa vauhtia, mutta sen jälkeen nopeuden kasvu hidastui. Kuvassa 6.3 on kaikkien osallistujien Dasherin nopeus, ja kuvassa 6.4 on analysoitujen osallistujien keskiarvonopeus.



Kuva 6.3. Kaikkien osallistujien Dasherin nopeus (bps). Erikoistapaus selkeästi muita hitaampi.



Kuva 6.4. Dasherin nopeuden (bps) keskiarvo.

Kirjoitusnopeuden (wpm) tulokset antavat ymmärtää selkeästi, että tutkimuksessa olisi tarvittu vieläkin pidempi aika, kuin kaksi ja puoli tuntia. Dasherin nopeudessa (bps) mitattuna osallistujat tuntuivat kuitenkin

saavuttaneen rajansa, eli he eivät olisi pystyneet hallitsemaan Dasheria, jos se olisi liikkunut vielä paljon nopeammin. Kuvan 6.4 käyrä ei ole kuitenkaan vielä tasaantunut selkeästi tiettyyn arvoon.

Se, että kirjoitusnopeus (wpm) ei kasva samassa suhteessa Dasherin nopeuden (bps) kanssa, on selitettävissä esimerkiksi sillä, että vaikka Dasher kulkeekin nopeasti, ei sen hallitseminen katseella ole kovinkaan helppoa. Dasherin asetuksissa otettiin huomioon, että testeissä tullaan kirjoittamaan katseella, joten asetukset ovat katseelle sopivia. Vaikka Dasherin nopeus on suuri, saattaa sen ohjaamisessa tulla paljon ylimääräistä liikettä. Tällöin kirjoitusnopeus (wpm) ei ole niin suuri kuin Dasherin nopeudesta voisi päätellä. Tämä tarkoittaa sitä, että kun sen nopeus on suuri, alkaa Dasher ”heittelehtiä”, kuten eräs osallistujista huomautti. Dasherin heittelehtiessä on sitä hankala ohjata katseella.

6.2. Virhesuhde

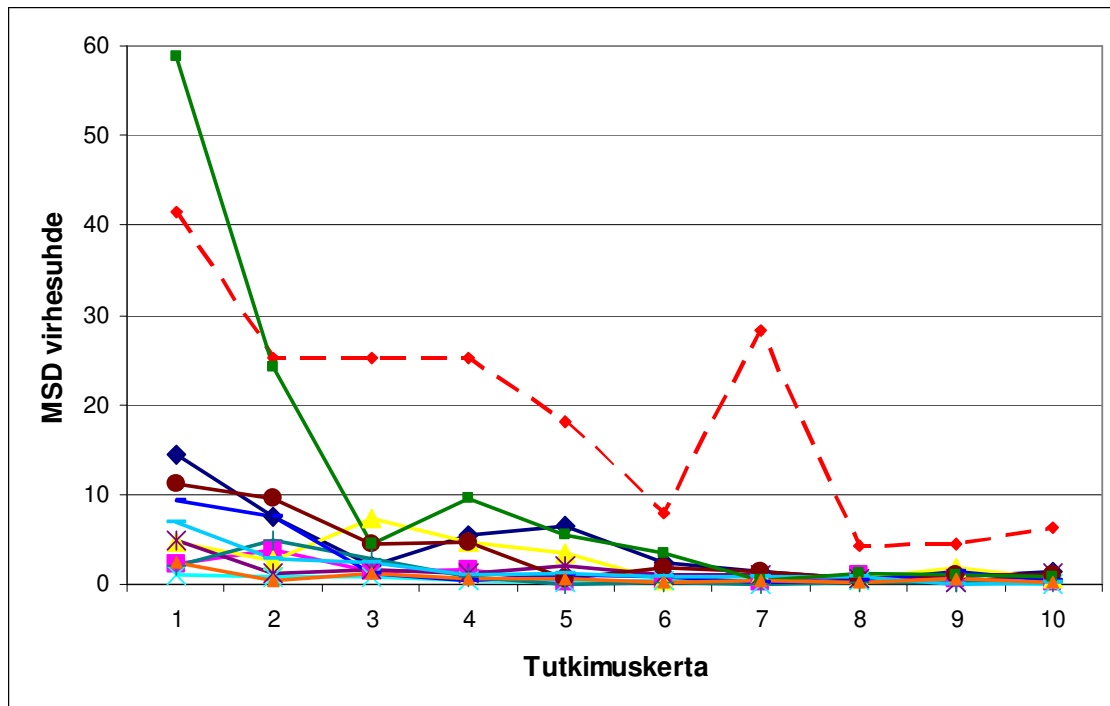
Virhesuhdetta mitattiin kahdella eri tavalla: MSD-virhesuhde (Minimum String Distance (MSD) error rate) ja peruutusnäppäimen käyttötiheys (rate of backspacing).

MSD-virhesuhteena käytetään tässä tutkimuksessa uutta MSD-virhesuhdetta, jota Soukoreff ja MacKenzie [2003] suosittelee. MSD-virhesuhde lasketaan kaavalla

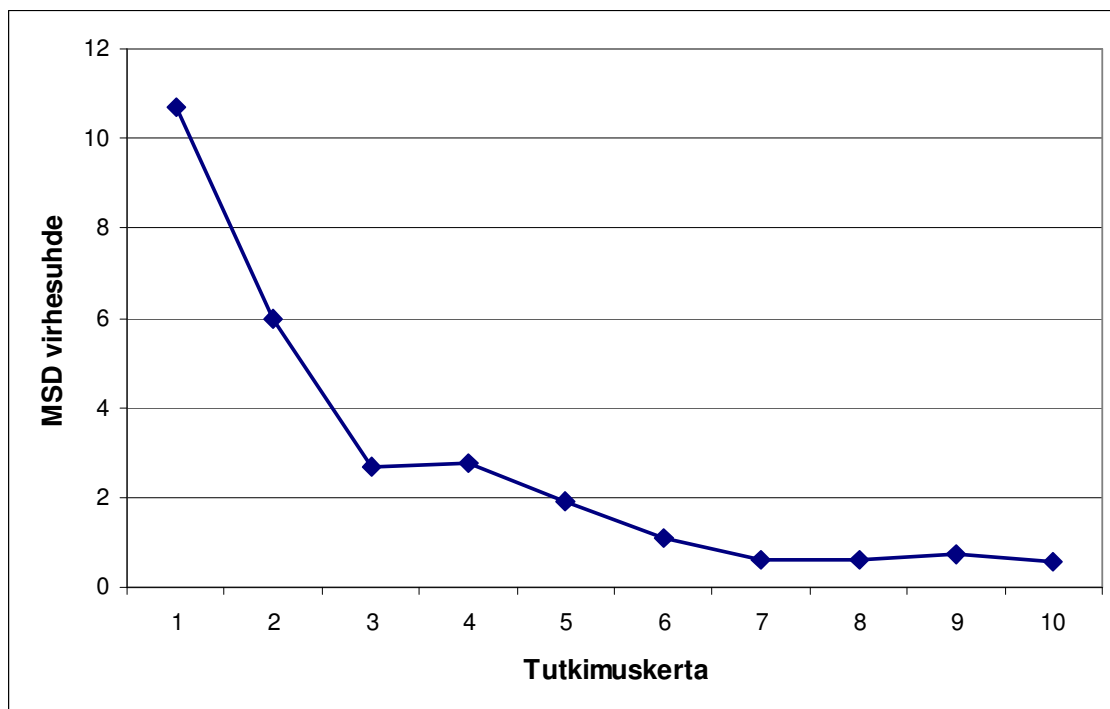
$$MSD - virhesuhde = \frac{MSD(P,T)}{\bar{S}_A} * 100\% . \quad (6.2)$$

Kaavassa 6.2 P on annettu lause ja T on kirjoitettu lause. MSD(P,T) tarkoittaa P:n ja T:n välistä pienintä mahdollista eroa. Se siis vertaa P:tä ja T:tä keskenään ja laskee kuinka monta merkkiä niissä on eroa. \bar{S}_A on P:n ja T:n keskiarvopituus. MSD-virhesuhde ei ota huomioon kirjoitusprosessin aikana korjattuja virheitä, joten se perustuu ainoastaan lopulliseen tekstiin.

MSD-virhesuhde pieneni huomattavasti tutkimuksen aikana. Ensimmäisen tutkimuskerran keskiarvo oli 10,72 ja kymmenennen tutkimuskerran keskiarvo oli 0,57. Kuvassa 6.5 on kaikkien osallistujien MSD-virhesuhde ja kuvassa 6.6 on MSD-virhesuhteen keskiarvo. Näyttäisi siltä, että virheiden määrä väheni huomattavasti 45 minuutin kohdalla (tutkimuskerta 3). Osallistujien tekemien virheiden määrä näyttäisi kuvan 6.6 perusteella vakiintuneen tutkimuskerroilla 7-10. Sanoja on kirjoitettu väärin ensimmäisellä tutkimuskerralla 33,08 % ja kymmenennellä tutkimuskerralla ainoastaan 4,04 %.



Kuva 6.5. Kaikkien osallistujien MSD-virhesuhde.

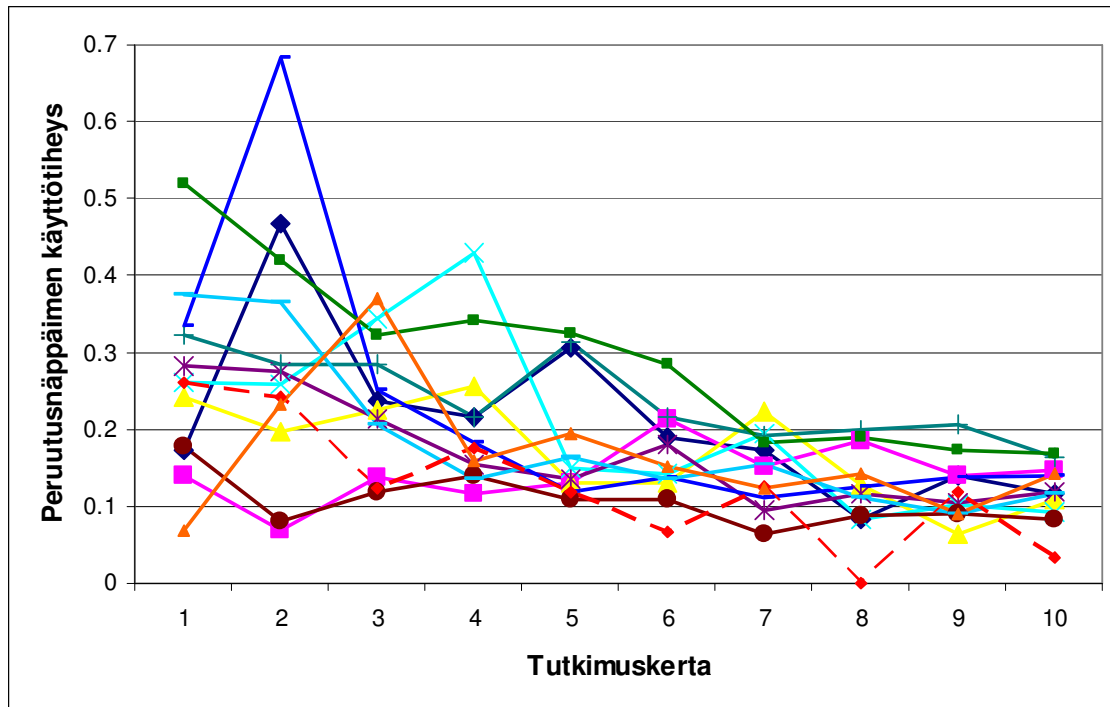


Kuva 6.6. MSD-virhesuhteen keskiarvo.

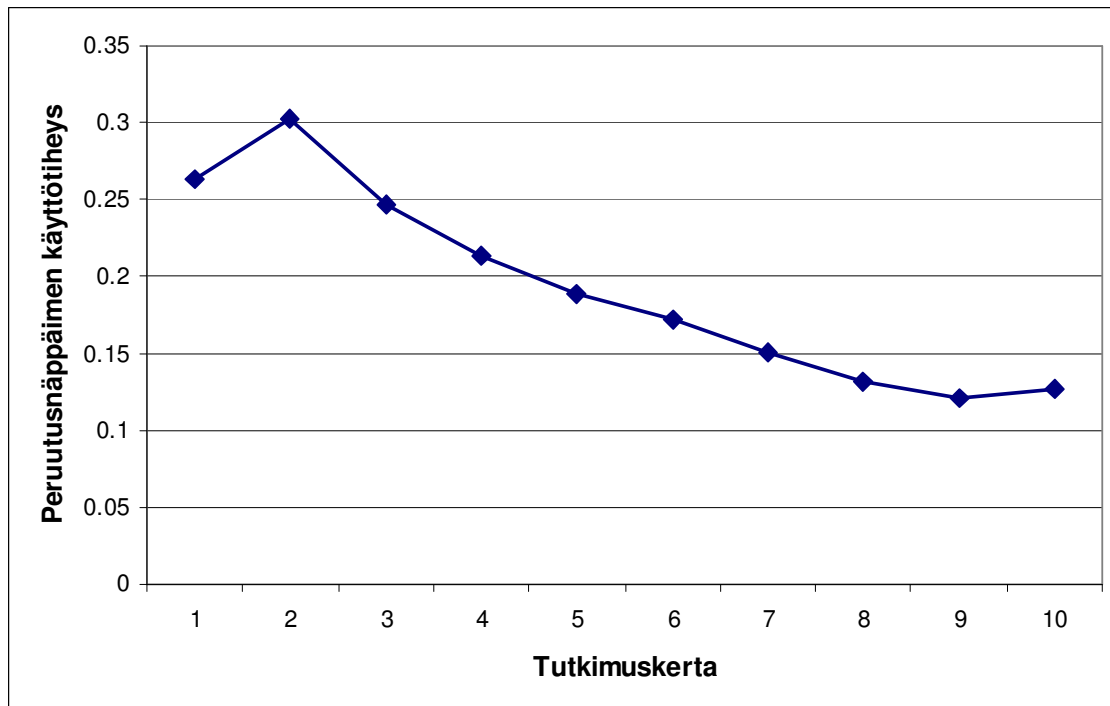
Peruutusnäppäimen käyttötiheydestä selviää, kuinka useasti osallistujat peruivat jo kirjoittamiaan merkkejä. Dasherissa peruuttaminen tapahtuu yksinkertaisesti vetämällä kursoria taaksepäin. Peruutusnäppäimen käyttötiheys lasketaan yksinkertaisesti jakamalla peruutusnäppäimen käytön lukumäärä

koko kirjoitetun lauseen pituudella (kirjoitetun lauseen koko pituuteen on laskettu mukaan myös peruutetut merkit) [Itoh et al., 2006].

Tämän tutkimuksen aikana peruutusnäppäimen käyttötiheys laski huomattavasti. Kuvassa 6.7 on kaikkien osallistujien peruutusnäppäimen käyttötiheys ja kuvassa 6.8 on peruutusnäppäimen käyttötiheyden keskiarvo. Ensimmäisen tutkimuskerran peruutussuhteen keskiarvo kaikkien osallistujien kesken oli 0,26 ja kymmenennen tutkimuskerran keskiarvo oli 0,13. Kuvassa



Kuva 6.7. Kaikkien osallistujien peruutusnäppäimen käyttötiheys.

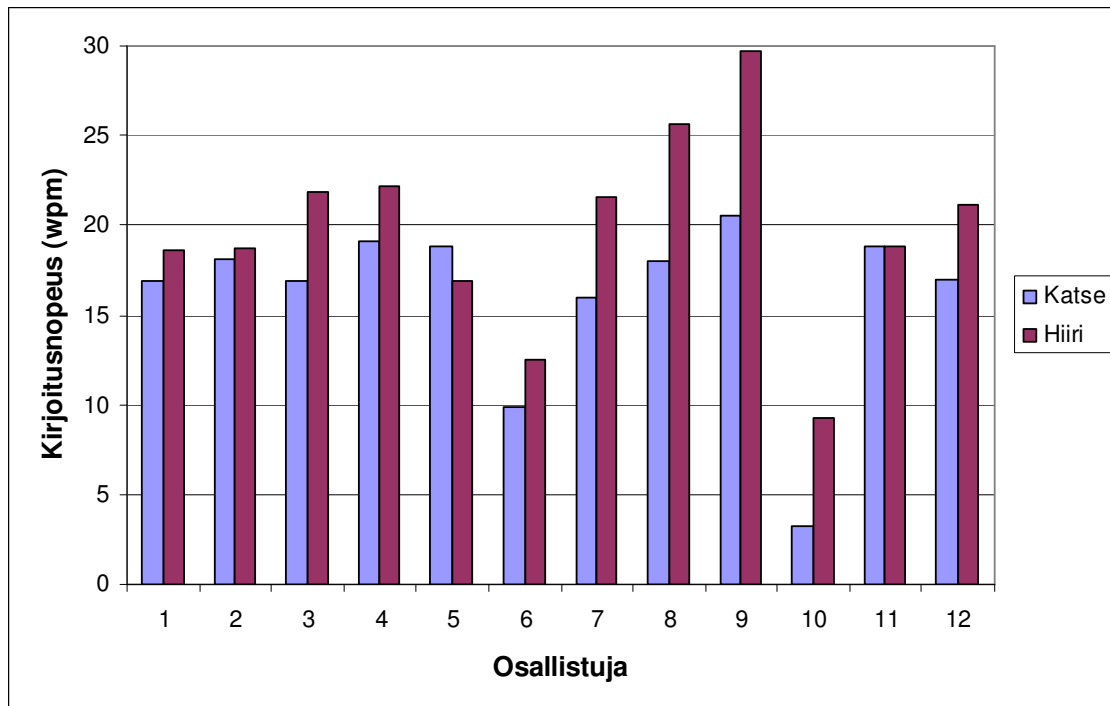


Kuva 6.8. Peruutusnäppäimen käyttötiheyden keskiarvo.

6.3. Katse vs. hiiri

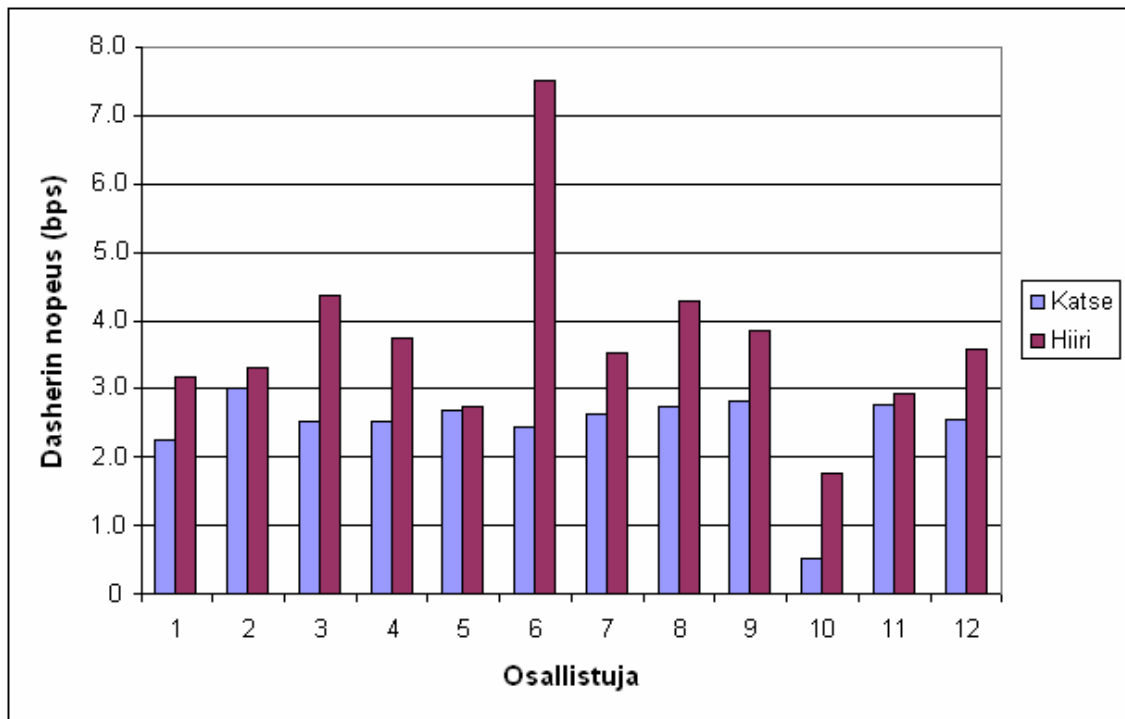
Kymmenennellä tutkimuskerralla osallistujat kirjoittivat katseen lisäksi hiirellä viisitoista minuuttia. Tässä kohdassa verrataan katsekirjoitustuloksia hiiren kirjoitustuloksiin. Katsekirjoitustuloksina käytetään kymmenennen tutkimuskerran tuloksia, koska yleisesti ottaen osallistujat saavuttivat parhaat tulokset kymmenennellä tutkimuskerralla. Tuloksille suoritettiin tilastollinen t-testi.

Osallistujat olivat hiirellä kirjoitettaessa selvästi nopeampia kuin katseella kirjoitettaessa. Hiirellä kirjoitettaessa kaikkien osallistujien keskiarvo oli 20,69 wpm, verrattuna viimeiseen katsekirjoituskertaan, jolloin keskiarvo oli 17,26 wpm. Tulosten ero on tilastollisesti merkitsevä. T-testin tulokset ovat seuraavat: $t(10) = 3,3$, $p < 0,01$. Yksi osallistuja oli nopeampi katseella kirjoitettaessa kuin hiirellä ja yhdellä osallistujalla oli sama tulos molemmilla syöttölaitteilla, ks. kuva 6.9.



Kuva 6.9. Katse vs. hiiri (wpm). Osallistuja 10 on poikkeustapaus, jota ei ole laskettu mukaan tuloksiin. Osallistuja 5 oli nopeampi katseella ja osallistuja 11 oli yhtä nopea molemmilla syöttölaitteilla.

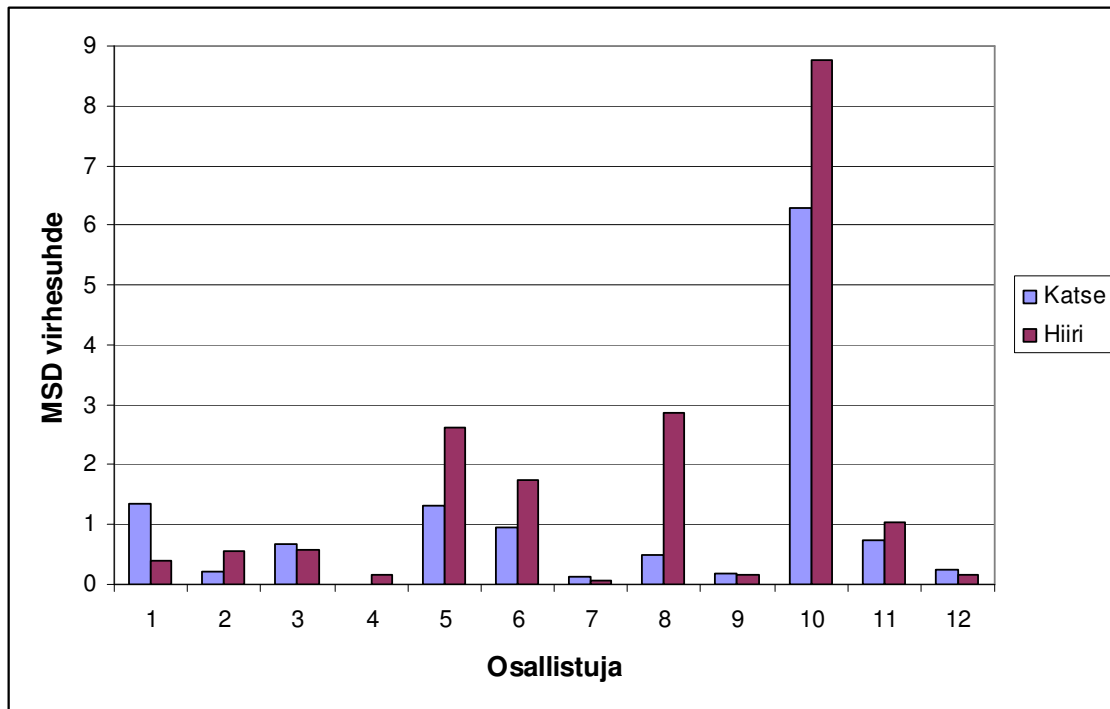
Myös Dasherin nopeudella mitattuna osallistujat olivat selvästi nopeampia hiirellä kuin katseella. Katseella osallistujien keskiarvonopeus oli 2,91 bps ja hiirellä 3,91 bps. Ero on tilastollisesti merkitsevä ($t(10) = 3,01$, $p < 0,05$). Kuvassa 6.10 on kaikkien osallistujien Dasherin nopeus katseella ja hiirellä. Siitä voi nähdä selvästi, että kaikki osallistujat kirjoittivat hiirellä selkeästi nopeammin kuin katseella, lukuun ottamatta osallistujaa 5, joka kirjoitti yhtä nopeasti hiirellä ja katseella.



Kuva 6.10. Katse vs. hiiri (bps).

MSD-virhesuhteen erot katsetta ja hiirtä verrattaessa eivät ole tilastollisesti merkitseviä. Kahdestatoista osallistujasta viisi teki katseella vähemmän virheitä kuin hiirellä, ks. kuva 6.11. Yleisesti ottaen ne, jotka tekivät virheitä katseella, tekivät virheitä myös hiirellä. Yksi osallistuja ei tehnyt lainkaan virheitä katseella (osallistuja 4) ja yksi osallistuja teki hyvin vähän virheitä sekä katseella että hiirellä (osallistuja 7).

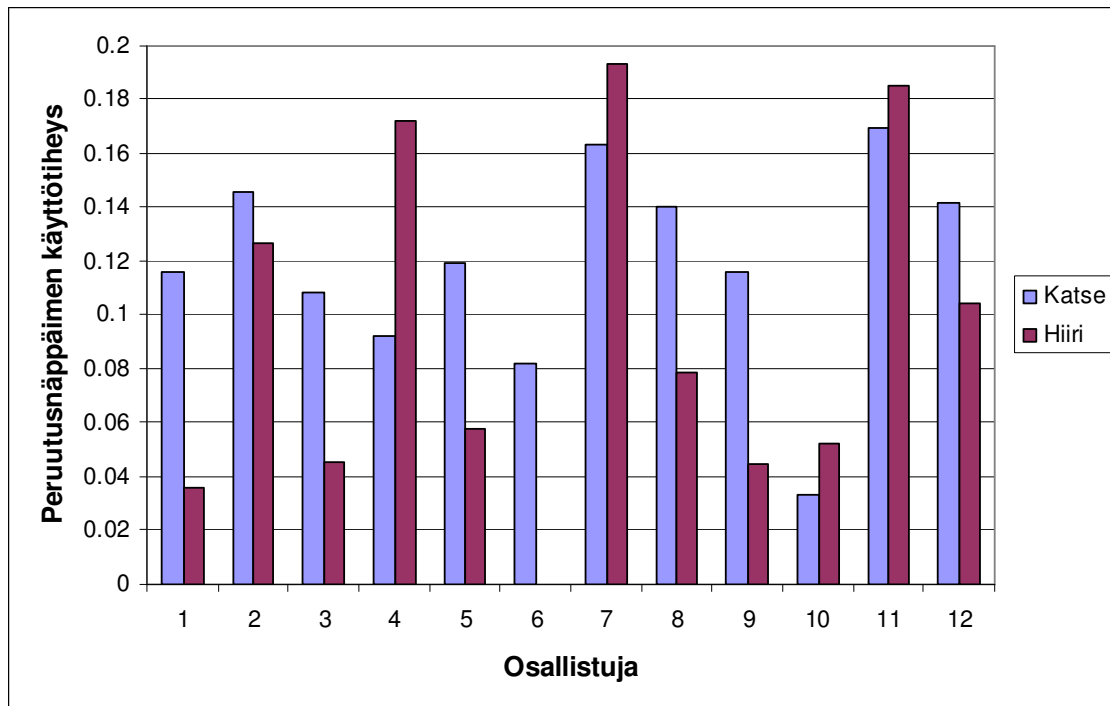
Osallistujalla 10 on kaikista eniten virheitä sekä hiirellä että katseella. Hän ei ymmärtänyt Dasherin toimintaperiaatetta koko tutkimuksen aikana. Vaikka voisi olettaa, että hiirellä kirjoittaminen on helpompaa, hän teki silti enemmän virheitä hiirellä. Tämä voi johtua siitä, että Dasherin nopeus oli hänellä suurempi hiirellä, jolloin nopeuden kasvu lisäsi myös virheiden määrää (vrt. kuvat 6.10 ja 6.11).



Kuva 6.11. Katse vs. hiiri (MSD-virhesuhde).

Peruutusnäppäimen käyttötiheyden erot hiirellä ja katseella eivät ole tilastollisesti merkitseviä. Kahdestatoista osallistujasta kahdeksalla on suurempi peruutusnäppäimen käyttötiheys katseella kuin hiirellä, ks. kuva 6.12. Tämän voi ainakin osittain selittää sillä, että osallistujat pystyvät hiirellä ohjaamaan Dasheria tarkemmin, eli he pystyvät kontrolloimaan tarkemmin Dasherin nopeutta ja sitä milloin merkki ylittää keskiviivan ja tulee näin valituksi. Koska hiirellä ohjattaessa merkki ei ylitä keskiviivaa niin usein, on peruutussuhdekin pienempi.

Osallistujalla 6 ei kuvassa 6.12 näy lainkaan peruutusnäppäimen käyttötiheyttä, kun hän ohjasi Dasheria hiirellä, koska hänen peruutusnäppäimen käyttötiheys oli nolla. Tämä johtuu siitä, että hän ei korjannut hiirellä lainkaan tekemiään virheitä. Hän piti Dasheria ”aloillaan” pienillä liikkeillä keskiviivan oikealla puolella. Koska osallistuja 6 ei hiirellä kirjoitettaessa korjannut lainkaan tekemiään virheitä, hänen MSD-virhesuhteensa on hiirellä suurempi kuin katseella kirjoitettaessa (kuva 6.11). Tämän vuoksi osallistuja 6 saavutti myös korkean Dasherin nopeuden hiirellä ohjattaessa (kuva 6.10).



Kuva 6.12. Katse vs. hiiri (peruutusnäppäimen käyttötiheys).

6.4. Käyttäjätyytyväisyys

Käytettävyyteen kuuluu muutakin kuin tehokkuus (kirjoitusnopeus) ja tarkkuus (virhesuhde). Myös opittavuus ja käyttäjätyytyväisyys ovat tärkeitä tekijöitä käytettävyyttä mitattaessa. Tämän vuoksi viimeisen tutkimuskerran jälkeen osallistujia haastateltiin lyhyesti, jolloin he saivat vapaasti kertoa omia mielipiteitään ja kokemuksiaan Dasherilla kirjoittamisesta. Haastattelun muoto oli strukturoitu [Vilkkö-Riihelä, 1999], mikä tarkoittaa että testin vetäjällä oli valmiita kysymyksiä (ks. liite 3), jotka hän esitti jokaiselle osallistujalle. Tutkimuksen vetäjä saattoi myös tarvittaessa pyytää osallistujaa tarkentamaan vastauksiaan. Osallistujat saivat kertoa mielipiteitään ja kokemuksiaan myös tutkimuksen aikana, kunkin tutkimuskerran jälkeen. Tässä kohdassa tiivistetään kaikki käyttäjien haastatteluvastaukset ja muut kokemukset sekä kehitysideat.

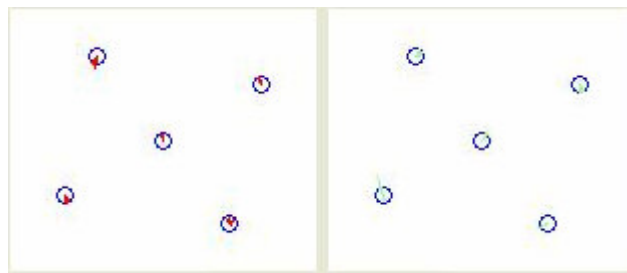
Yleisesti ottaen osallistujien mielipiteet Dasherista olivat positiivisia. Heidän mielestään Dasherilla oppi kirjoittamaan melko nopeasti. Eräs osallistuja kommentoikin, että parilla ensimmäisellä kerralla Dasherilla kirjoittaminen tuntui melko hankalalta, mutta kun sitä oppi käyttämään kirjoittaminen tuntui nopealta ja hauskalta.

Dasherin kaksi suurinta ongelmaa osallistujien mielestä oli välimerkkien sijainti sekä keskusympyrä. Välimerkkien sijainnin mainitsi ongelmaksi yksitoista osallistujaa kahdestatoista. Heidän mielestään oli hankala muistaa missä välimerkit sijaitsivat, koska välimerkkilaatikon paikka ei ollut paras

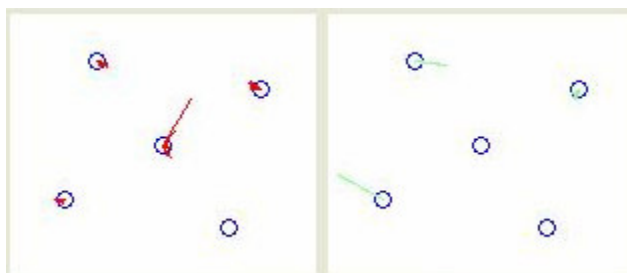
mahdollinen, aakkosten viimeisen kirjaimen jälkeen. Yksi osallistujista ehdotti, että välimerkit voisi sijoittaa samaan tasoon kirjainten kanssa eikä omaan laatikkoonsa, jolloin ne olisi mahdollisesti helpompi löytää. Muut osallistujat eivät osanneet sanoa mikä olisi parempi paikka välimerkeille. Myös välimerkkien järjestystä oli osallistujien mielestä vaikea muistaa, koska niillä ei ole mitään luonnollista järjestystä (vrt. aakkosjärjestys kirjaimilla).

Keskusympyrän mainitsi ongelmaksi neljä osallistujaa kahdestatoista. Osallistujien mielestä keskusympyrää oli hankala käyttää, koska sen viiveaika oli suhteellisen pitkä. Yksi osallistuja ehdottikin, että keskusympyrän viiveaikaa voisi pienentää. Yksi osallistuja jopa ehdotti, että keskusympyrä voisi olla suurempi, jotta siihen olisi helpompi kohdistaa katseensa.

Kukaan osallistuja, paria poikkeusta lukuun ottamatta, ei ollut aikaisemmin kirjoittanut katseella. Tutkimuksen aikana näytti siltä, että muutamalla osallistujalla oli vaikeuksia kohdistaa katseensa, mikä johtuu varmasti kalibroinnin epätarkkuudesta. Yksi osallistuja raportoi, että hänen täytyi aina katsoa hieman oikean kirjaimen yläpuolelle, että sai sen valituksi. Tämä johtui varmasti kalibroinnin epätarkkuudesta, vaikka hänen kalibroitintensa onnistuikin joka kerralla hyvin, ks. kuva 6.13. Verrattuna esimerkiksi kuvan 6.14 osallistujan kalibroitintiin, jossa oli vaikeuksia joka kerralla, hänen kalibroititulosensa on loistava. Kuvan 6.14 osallistuja ei kuitenkaan koskaan tuonut esille sitä, että kirjoittaminen olisi ollut hänestä hankalaa epäonnistuneesta kalibroinnista johtuen.



Kuva 6.13. Erään osallistujan kalibroititulos tutkimuskerralla 5.



Kuva 6.14. Toisen osallistujan kalibroititulos tutkimuskerralla 5.

Osallistujat myös raportoivat, että kirjoittaminen katseohjattavalla Dasherilla oli sitä hankalampaa, mitä suuremmaksi Dasherin nopeus kasvoi. Yksi osallistuja kommentoi, että mitä kovempaa Dasher liikkuu, sitä enemmän pitää kirjoittamiseen keskittyä. Suurin osa osallistujista oli sitä mieltä, että kun Dasherin nopeus oli suuri, Dasher ”heittelehtii” enemmän ja siksi sitä on hankalampi ohjata katseella. Tämä myös oli heidän mielestään silmille raskaampaa.

Viimeisellä tutkimuskerralla osallistujilta kysyttiin, kummalla ohjauslaitteella, katseenseurantalaitteella vai hiirellä, he kirjoittaisivat Dasherilla mieluiten, jos saisivat vapaasti valita. Kuusi heistä vastasi kirjoittavansa mieluummin katseella ja kuusi hiirellä. Yleisesti kaikki osallistujat pitivät katseella kirjoittamisesta, mutta hiiri tuntui silti paremmalta ja tarkemmalta kirjoitustavalta. Yksi katseen valinnut osallistuja ilmaisi asian näin:

”Ei ole mitään pointtia kirjoittaa hiirellä, koska voi käyttää käsiä - ja siksi näppäimistöä”.

Toinenkin katseen valinnut osallistuja sanoi, että vaikka hiirellä kirjoittaminen on nopeampaa ja varmempaa niin silti katseella kirjoittaminen tuntui paljon järkevämältä. Eräs osallistuja vastasi kysymykseen nopeasti:

”no katseella tietysti”.

Hän perusteli asian siten, että hiirellä kirjoittaminen on paljon tylsempää. Yhden osallistujan mielestä hiiren käyttäminen tuntui hankalalta, jonka vuoksi hän valitsi katseen. Eräs osallistuja sanoi, että tutkimuksen aluksi hän olisi varmasti valinnut hiiren, mutta katse tuntui hänestä kuitenkin paremmalta vaihtoehdolta. Hän kommentoikin hiirellä kirjoittamista muun muassa näin:

”ei tuu varmaan mitään”,

”Käsi tässä tulee kipeeks”,

”Täähän on kamalaa”.

Toisen osallistujan vastaus oli, että jos saa kerran valita, hän valitsee hiiren. Hän kuitenkin oli sitä mieltä, että jos ei pysty käyttämään hiirtä, Dasher on todella hyvä tapa kirjoittaa. Yksi hiiren valinnut osallistuja sanoi, että hiirellä kirjoittaminen on helpompaa, koska

”ei tarvitse välillä kurkkia mitä kirjoitti”.

Tällä hän tarkoitti sitä, että hiirellä ohjattaessa silmät eivät ole yhtä sidottuja kirjoitustehtävään, vaan välillä voi katsoa lausetta, jota on kirjoittamassa. Kaksi hiiren valinnutta osallistujaa sanoi, että hiirellä Dasherin nopeuden säätely on paljon helpompaa, mikä helpottaa kirjoittamista. Aluksi hiirellä kirjoittaminen tuntui heistä oudolta. Yleisesti ottaen osallistujat pitivät siis Dasheria erittäin

hyvänä kirjoitusohjelmana henkilöille, jotka eivät voi käyttää käsiään kirjoittamiseen.

7. Pohdinta ja päätelmät

Kukaan tutkimukseen osallistujista ei oppinut kirjoittamaan katseella Wardin ja MacKayn [2002] raporttoimalla nopeudella 25 wpm. Wardin ja MacKayn [2002] tutkimuksessa kaksi osallistujaa oli kokeneita käyttäjiä, mutta heidän tutkimuksensa kesti vain tunnin. Vaikka tämän tutkimuksen pituus oli jopa kaksi ja puoli tuntia, ei kukaan silti saavuttanut samoja tuloksia, vaikka yksi osallistuja pääsi lähelle nopeudella 23 wpm.

7.1. Kieli

Tutkimus suoritettiin suomen kielellä, joka on varmasti yksi syy siihen, että kukaan osallistujista ei saavuttanut nopeutta 25 wpm. Suomen kielessä sanat taipuvat Englantia enemmän. Englannin kielessä käytetään prepositioita ilmaisemaan paikkaa, aikaa ja tapaa, mutta suomen kielessä sama tapahtuu päätteiden avulla. Päätteiden avulla taipuvat substantiivit, joihin kuuluu myös esimerkiksi paikannimet, ks. esimerkki taipumisesta kuvasta 7.1. Suomen kielessä taipuu sanan vartalo, jolloin sanojen ennustaminen Dasherissa saattaa hankaloitua. Myös verbit taipuvat suomeksi, mutta aikamuotojen ja tekijän mukaan, toisin kuin englannin kielessä.

Suomi	Finland
Suomeen	to Finland
Suomesta	from Finland
Suomessa	in Finland
Suomelle	for Finland

Kuva 7.1. Sanan Suomi taivutusmuodot suomeksi ja englanniksi.

Dasherin sanojen ennustaminen toimii sen käytössä olevan kielimallin pohjalta. Suomen kielen kielimalli Dasherissa perustuu Leena Krohnin romaaniin "Pereat mundus" (WSOY, 1998). Tutkimuksessa kävi ilmi, että kyseessä oleva romaani ei ole paras mahdollinen pohja kielimallille. Tämä johtuu siitä, että romaanissa toistuu usein sanoja, jotka eivät oikeastaan ole suomen kieltä, mutta Dasher antaa niille kuitenkin suuren todennäköisyyden. Esimerkiksi kun osallistujat yrittivät kirjoittaa lausetta, joka alkaa kirjaimella H, esimerkiksi "Hän", Dasher tarjosi aina ensimmäisenä sanaa "Håkan". "Håkan" ei ole suomea, vaan ruotsalainen pojan etunimi. Tämän vuoksi osallistujat joutuivat korjaamaan monta lausetta, joka alkoi H-kirjaimella. Toinen esimerkki Dasherin nykyisen kielimallin tarjoamasta sanasta on "Jumala". Se esiintyi aina suurella todennäköisyydellä, kun osallistuja alkoi kirjoittaa sanaa, joka alkoi

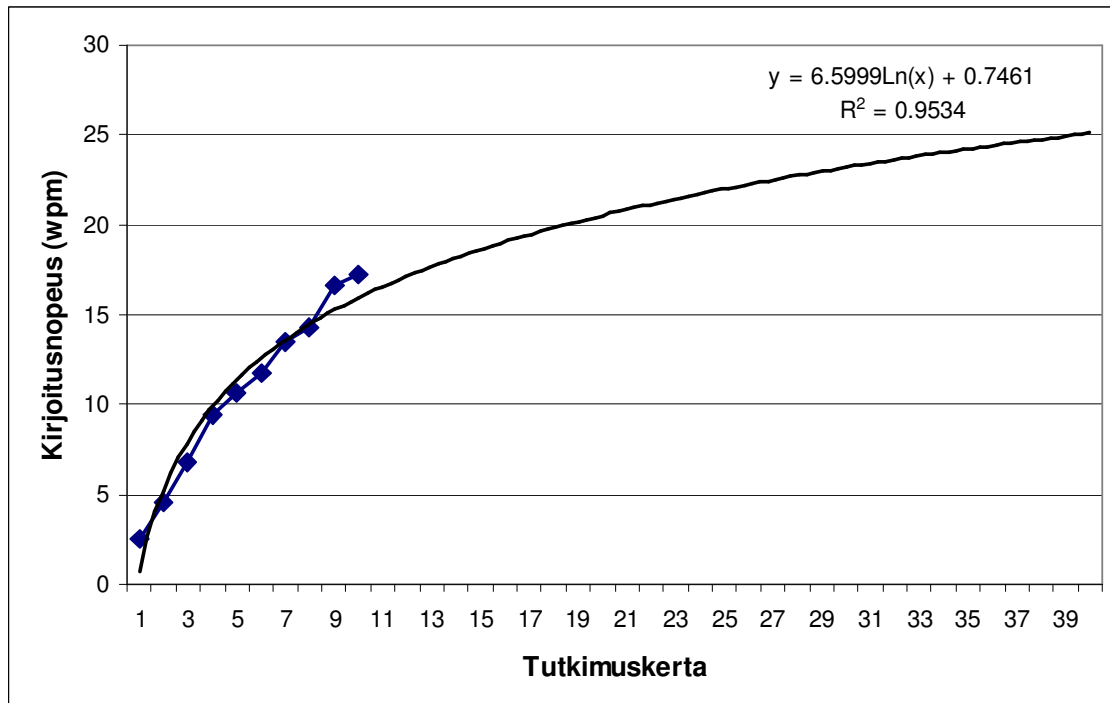
kirjaimella j tai J. ”Jumala” ei ole todellakaan kaikkein yleisin suomenkielinen sana, joka alkaa j-kirjaimella.

Jos tutkimus olisi jatkunut pidempään, olisi Dasherin kielimalli kuitenkin parantunut sen oppiessa uusia sanoja, koska kielimalli mukautuu kirjoitettaessa -valinta oli päällä. Tällöin tutkimuslauseiden todennäköisyys olisi kasvanut, ja Dasher olisi oppinut tarjoamaan niitä suuremmalla todennäköisyydellä, jolloin osallistujien kirjoitusnopeus olisi mahdollisesti kasvanut.

7.2. Tutkimuksen kesto

Tutkimus kesti yhteensä kaksi ja puoli tuntia. Vaikka tutkimusaika oli yli kaksi kertaa pidempi kuin Wardin ja MacKayn [2002] tutkimusaika, ovat oppimiskäyrät silti selkeässä nousussa, ks. kuvat 6.2 ja 6.4. Tuloksista voidaan selkeästi päätellä, että olisi tarvittu paljon pidempi tutkimusaika, jotta käyrien kasvaminen olisi tasaantunut ja huippunopeus olisi saavutettu.

Kuvassa 7.2 on piirretty kirjoitusnopeuden keskiarvokäyrälle logaritminen trendiviiva optimisovitusta käyttäen, jonka tarkoituksena on havainnollistaa kirjoitusnopeuden kasvua. Käyrään on lisätty jo olemassa oleviin 10 tutkimuskerran tuloksiin vielä 30 tutkimuskertaa lisää, jolloin kokonaiskirjoitusaika olisi kymmenen tuntia.



Kuva 7.2. Kirjoitusnopeuden kasvamisen ennustaminen.

Kuvasta 7.2 nähdään, että käyrä on vielä selkeässä kasvussa, vaikka kasvu on kuitenkin alkanut jo hidastumaan. Kuvan 7.2 mukaan osallistujat tulisivat saavuttamaan nopeuden 25 wpm vasta kymmenen tunnin harjoittelun jälkeen,

mikä ei vastaa lainkaan Wardin ja MacKayn [2002] tuloksia. Tosin nopeuden 25 wpm saavutti heidän tutkimuksessaan kokenut käyttäjä, eikä ole lainkaan varmaa kuinka kauan hän oli harjoitellut kirjoittamista katseohjattavalla Dasherilla ennen tutkimukseen osallistumistaan.

On mahdotonta päätellä kuinka pitkä tutkimus tarvittaisiin, jotta osallistujat saavuttaisivat oman maksiminopeutensa. Selvää kuitenkin on, että kaksi ja puoli tuntia on tähän aivan liian lyhyt aika. Lisäksi sitä, mikä maksiminopeus tulee olemaan, on mahdotonta päätellä.

7.3. Katse vs. hiiri

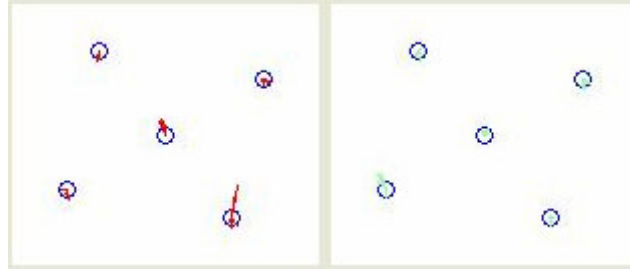
Osallistujat kirjoittivat hiirellä ainoastaan 15 minuuttia, mutta olivat silti sillä huomattavasti katsetta nopeampia. Tietenkin tulos selittyy osittain sillä, että osallistujat tunsivat jo Dasherin toimintaperiaatteen aloittaessaan kirjoittamisen hiirellä. Tästä johtuen oppiminen ei ole niin hidasta kuin silloin, kun osallistujat aloittivat kirjoittamisen katseella. Osallistujilla meni vain hetken aikaa tottua hiireen Dasherin ohjauslaitteena.

Yksi syy on se, että hiirellä on mahdollista ohjata Dasheria paljon katsetta tarkemmin – tämän huomioivat myös osallistujat. Hiiri on katseenseurantalaitetta tarkempi ohjauslaite ohjattaessa Dasheria, koska sillä pystyy säätelemään Dasherin nopeutta paremmin. Katseenseurantalaitteella ohjaaminen saattaa olla hankalampaa kalibraatiosta johtuvien ongelmien takia. Hiirellä myös pystyy pysäyttämään Dasherin paljon katsetta helpommin klikkaamalla, joten osallistujan on mahdollista pitää taukoja tai pysäyttää Dasher ennen kun se pääsee liian pitkälle väärään suuntaan. Hiirellä ohjattaessa myös pystyy paremmin kiinnittämään huomionsa jo kirjoittamaansa tekstiin, koska ei tarvitse kiinnittää katsettaan tekstiin jota on kirjoittamassa.

Wardin ja muiden [2000] tutkimuksessa hiirellä ohjattavalla Dasherilla kokenut käyttäjä saavutti nopeuden 34 wpm. Tämä nopeus saattaa olla mahdollista saavuttaa myös katseohjattavalla Dasherilla, mutta sen saavuttamiseen tarvittaisiin paljon pidempi tutkimusaika.

7.4. Erikoistapaus

Yksi tutkimukseen osallistujista oli muita osallistujia paljon hitaampi, ks. kuvat 6.1 ja 6.3. Hänen dataansa ei otettu mukaan analyysiin. Osaltaan nämä tulokset johtuvat varmasti kalibraation epätarkkuudesta, vaikka kuten kuvasta 7.3 näkyy, kalibraatio onnistui aina hyvin. Osallistuja sanoi, että hänen silmänsä väsyivät, koska kursorin (katseen) paikkaa osoittava risti ja viiva (kursorin paikan ja keskiviivan välissä) eivät olleet samassa kohdassa. Hän ei kuitenkaan halunnut esimerkiksi viivaa poistettavan käytöstä. Hän mainitsi myös, että hänen pitää katsoa aina ylemmäs, kuin missä hänen haluamansa merkki oli.



Kuva 7.3. Erikoistapauksen kalibraatiotulos.

Kaikki ko. osallistujan vaikeudet eivät kuitenkaan johtuneet kalibraatio-ongelmista. Hänellä oli vaikeuksia ymmärtää Dasherin toimintaperiaatetta, eikä hän oppinut sen käyttöä koko 10-kertaisen tutkimuksen aikana. Hän sanoikin:

"Hankala hahmottaa [mikä on kohdekirjain] kun kirjaimia on ympärillä niin paljon".

Hän ei muistanut, että seuraava kirjain piti aina valita edellisen kirjaimen sisältävän laatikon sisältä, vaan valitsi aina seuraavan näkemänsä oikean merkin. Tämän vuoksi Dasherin sanojen ennustaminen ei toiminut oikein hänen kohdallaan. Sanojen ennustamisen toimimattomuus selittääkin, miksi hän oli ainoa osallistujista, joka ehdotti, että jokaisen merkin laatikon tulisi olla samankokoinen. Hän ei myöskään käyttänyt hyväkseen Dasherin peruutustoimintoa, minkä vuoksi hänen peruutusnäppäimen käyttötiheydensä oli paljon muita osallistujia pienempi, ks. kuva 6.7. Vaikka hän kirjoitti hiirellä huomattavasti katsetta nopeammin, ei hän silti käyttänyt peruutustoimintoa. Lisäksi, koska katseohjattava Dasher kulki niin hitaasti, hän unohti mitä hänen piti kirjoittaa, ja mitä oli jo kirjoittanut. Tämän takia hän saattoi kirjoittaa jonkin sanan kahteen kertaan.

Vaikka tutkimukseen osallistui ainoastaan 12 osallistujaa, on huomionarvoista että yksi heistä on niin paljon muita hitaampi. Hän saavutti katseohjattavalla Dasherilla nopeuden 3,24 wpm. Toinen osallistuja saavutti katseella nopeuden 9,82 wpm. Kaikki muut osallistujat ylittivät nopeuden 15 wpm. Suuremmassa joukossa saattaa olla enemmänkin toisia hitaampia osallistujia. Myös muut tutkijat ovat huomioineet Dasherin saattavan olla käyttäjien mielestä aluksi hämmentävä (overwhelming) tai turhauttava (frustrating) [Huckauf and Urbina, 2007; Urbina and Huckauf, 2007; Wobbrock et al., 2008]. Katseohjattava Dasher on ensisijaisesti suunnattu henkilöille, joille katseella kirjoittaminen on ainoa kommunikointikeino. Osa heistä saattaa tarvita Dasherin käytön oppimiseen pitkänkin ajan, kuten tämän tutkimuksen erikoistapaus.

7.5. Yleisiä havaintoja

Osallistujien kirjoitustyyli vaihteli tutkimuksessa. Toiset osallistujat panostivat nopeuteen ja toiset virheettömyyteen. Yleisesti ottaen naispuoliset osallistujat pitivät virheettömyyttä nopeutta tärkeämpänä. He korjasivat kirjoitusvirheitään miespuolisia osallistujia enemmän. Virheiden korjaaminen vaikutti siihen, että nopeus ei ollut aivan niin nopea kuin olisi ollut mahdollista. Miespuoliset osallistujat puolestaan pitivät nopeutta virheettömyyttä tärkeämpänä eivätkä korjanneet kirjoittamaansa tekstiä niin paljon. Sukupuolten välillä ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.

Osallistujat myös asettivat itselleen tavoitteita tutkimuskertoja varten. Esimerkiksi erikoistapauksen tavoitteet liittyivät lauseiden määrään. Hän laski kirjoittamansa lauseet ja tavoitteena oli seuraavalla tutkimuskerralla kirjoittaa vähintään yksi lause enemmän kuin edellisellä kerralla. Tämä ei kuitenkaan aina toteutunut.

Erään osallistujan tavoitteet liittyivät puolestaan virheettömyyteen. Hän piti silmällä kirjoittamiaan lauseita ja tarkisti niiden virheettömyyden. Hänen tavoitteenaan oli onnistua kirjoittamaan ainakin yksi tutkimuskerta ilman virheitä. Tässä tavoitteessaan hän onnistuikin kahdella tutkimuskerralla.

7.6. Jatkotutkimusideoita

Tutkimus ei selkeästi ollut tarpeeksi pitkä, koska kirjoitusnopeus on vielä selvässä, lähes lineaarisessa kasvussa. Olisi mielenkiintoista järjestää uusi, pidempi tutkimus, jossa osallistujat olisivat kokeneita katseohjattavan Dasherin käyttäjiä ja tuottaisivat paljon tekstiä päivittäin. Tämän tutkimuksen osallistujien saavuttaman kirjoitusnopeuden perusteella Wardin ja MacKayn [2002] raportoimaa nopeutta 25 wpm ei ole mahdotonta saavuttaa.

Uudessa tutkimuksessa myös kielimalliin voisi kiinnittää enemmän huomiota. Tällöin voisi lisätä oman kielimallin, jolloin Dasherin tarjoamat sanat olisivat osajoukko kielimallin pohjana olevasta tekstistä. Kielimalli voisi esimerkiksi perustua johonkin pitkään suomenkieliseen romaaniin, jolloin tutkimuslauseet voisi valita romaanin yhdestä luvusta ja muita lukuja käytettäisiin kielimallin pohjana. Näin osallistujien ei tarvitsisi korjata Dasherin tarjoamia sanoja välttämättä niin paljon. Tässä tutkimuksessa käytettiin ainoastaan yksittäisiä lauseita, joita osallistujat eivät käyttä päivittäin, ja jotka eivät välttämättä löydy käytetystä Krohnin tekstiin perustuvasta kielimallista.

Osallistujilla voisi olla myös aina esimerkiksi viiden tutkimuskerran jälkeen harjoittelujakso, jolloin tutkimuksen vetäjä voisi kerrata heille tarvittaessa Dasherin toiminnan peruseriaatteet. Näin voitaisiin mahdollisesti estää se, että erikoistapauksia ei tulisi. Tämä myös voisi vastata paremmin todellisen elämän

tilannetta, koska käyttäjille saatetaan opettaa Dasherin käyttämistä monta kertaa ennen kuin he ymmärtävät sen toimintaperiaatteen.

Käyttäjätyytyväisyyttä olisi voinut mitata tutkimuksen aikana. Tässä tutkimuksessa käyttäjätyytyväisyyttä mitattiin ainoastaan viimeisellä tutkimuskerralla suoritettulla haastattelulla (kysymykset, ks. liite 4). Seuraavassa tutkimuksessa käyttäjätyytyväisyyttä voisi mitata jokaisen tutkimuskerran jälkeen, esimerkiksi pyytämällä osallistujaa täyttämään lyhyt kyselylomake jokaisen tutkimuskerran jälkeen. Näin käyttäjätyytyväisyyttä olisi voinut mitata ja nähdä selkeästi, kuinka käyttäjätyytyväisyys muuttuu tutkimuksen aikana. Kyselylomake voisi olla esimerkiksi 5-portainen Likertin-asteikko [Sclove, 2001].

Melkein kaikki tekstinsyöttötutkimukset katseella on suoritettu siten, että osallistujat ovat terveitä. Katseella kirjoittaminen on fyysisesti rajoittuneille henkilöille yksi keino kommunikoida tietokoneen kanssa, ja he saattavat käyttää katseenseurantalaitteita jokapäiväisessä elämässään. Tämän vuoksi olisi mielenkiintoista suorittaa tutkimus, jossa osallistujat ovat katseenseurantalaitteen todellisia käyttäjiä.

8. Yhteenveto

Tässä tutkimuksessa suoritettiin pitkittäistutkimus katseohjattavalla Dasherilla (versio 4.4.1). Tutkimukseen osallistui yhteensä 12 vapaaehtoista yliopisto-opiskelijaa, jotka olivat kaikki kahta poikkeusta lukuun ottamatta noviiseja katseella kirjoittamisessa. Jokainen osallistuja kirjoitti katseella yhteensä kymmenen 15 minuutin pituista tutkimuskertaa. Viimeisellä tutkimuskerralla osallistujat kirjoittivat vielä 15 minuuttia Dasherilla hiirellä. Katseenseurantalaitteena tutkimuksessa käytettiin Tobii 1750 katseenseurantalaitetta ja katsehiirenä käytettiin MyTobii-ohjelmistoa (versio 2.3.1.0).

Tutkimuksen ensimmäisellä tutkimuskerralla kaikkien osallistujien keskiarvokirjoitusnopeus oli 2,49 wpm ja kymmenennen tutkimuskerran keskiarvokirjoitusnopeus oli 17,26 wpm. Usein raportoitua kirjoitusnopeutta 25 wpm [Ward and MacKay, 2002] ei kukaan tutkimukseen osallistuja saavuttanut. Yksi osallistuja pääsi kuitenkin lähelle nopeudella 23,11 wpm. Dasherin aloitusnopeudeksi asetettiin pilottitestien perusteella jokaiselle osallistujalle 0,21 bps. Ensimmäisen tutkimuskerran kaikkien osallistujien keskiarvo oli 0,76 bps ja kymmenennen tutkimuskerran keskiarvo oli 2,63 bps. Tekstinsyöttönopeudessa tapahtui siis huomattavaa kehittymistä tutkimuksen aikana.

Virheiden määrä väheni osallistujilla huomattavasti tutkimuksen aikana. Ensimmäisen tutkimuskerran MSD-virhesuhteen keskiarvo oli kaikilla osallistujilla 10,72 ja kymmenennellä tutkimuskerralla keskiarvo oli 0,57. Sanoja osallistujat kirjoittivat väärin ensimmäisellä tutkimuskerralla yhteensä 33,08 % ja kymmenennellä tutkimuskerralla enää 4,04 %. Myös peruutusnäppäimen käyttötiheys väheni huomattavasti tutkimuksen aikana. Ensimmäisen tutkimuskerran peruutusnäppäimen käyttötiheyden keskiarvo oli 0,26 ja kymmenennen tutkimuskerran keskiarvo oli 0,13.

Osallistujat olivat merkitsevästi nopeampia hiirellä kuin katseella, vaikka kirjoittivat hiirellä ainoastaan 15 minuuttia. Verrattaessa kymmenennen tutkimuskerran tuloksia hiirellä kirjoitettuihin tuloksiin kirjoitusnopeudessa on merkitsevä ero. Osallistujien kirjoitusnopeus katseella oli 17,26 wpm ja hiirellä keskiarvo oli 20,69 wpm ($t(10) = 3,3$, $p < 0,01$). Dasherin nopeuden keskiarvo katseella oli 2,91 bps ja hiirellä 3,91 bps ($t(10) = 3,01$, $p < 0,05$). Virheitä osallistujat tekivät hiirellä vähemmän, mutta tulokset eivät ole tilastollisesti merkitseviä.

Yksi osallistujista oli selkeä erikoistapaus, jonka tuloksia ei ole laskettu mukaan analyysiin. Hän ei tutkimuksen aikana ylittänyt kirjoitusnopeutta 5 wpm. Hänellä oli vaikeuksia koko tutkimuksen aikana ymmärtää Dasherin

toimintaperiaatetta. Hän ei esimerkiksi lainkaan korjannut tekemiään virheitä, vaan kirjoitti koko ajan eteenpäin. On merkittävää, että jo 12 osallistujan joukossa yksi osallistuja on erikoistapaus. Suuremmassa joukossa tällaiset erikoistapaukset ovat varmasti yleisempiä. On selvää, että Dasherin kaltaisen ohjelma käyttäminen on hankalampaa toisille ihmisille. Tämä johtuu Dasherin dynamiikasta, jossa Dasher kulkee koko ajan eteenpäin. Toisille ihmisille sen hahmottaminen voi olla hyvinkin hankalaa.

Yleisesti ottaen kaikki osallistujien kommentit Dasherista olivat positiivisia. He pitivät Dasherista, koska heidän mielestään se oli nopea tapa tekstinsyöttöön katseella. Dasherin suurimmiksi ongelmiksi osallistujat mainitsivat keskusympyrän (4 osallistujaa) ja välimerkkien sijainnin (11 osallistujaa). Osallistujien mielestä välimerkkien sijainti oli hankala muistaa. Keskusympyrää pidettiin hankalana käyttää, mikä johtui sen suhteellisen pitkästä viiveajasta.

Tuloksista nähdään, että selvää oppimista tapahtui tutkimuksen aikana, mutta kuitenkin oppimiskäyrät ovat vielä selkeässä nousussa. Jotta saavutettaisiin Wardin ja MacKayn [2002] raportoimat tulokset, pitää tutkimuksen kestää pidempään kuin kaksi ja puoli tuntia. Kuitenkaan oppimiskäyrän (ks. kuva 6.2) lineaarisen suunnan perusteella kirjoitusnopeutta 25 wpm ei ole mahdotonta saavuttaa.

Viiteluettelo

- [Ashmore et al., 2005] M. Ashmore, A. T. Duchowski and G. Shoemaker, Efficient eye pointing with a fisheye lens. In: *Proc. of Graphics interface GI'05*, 203-210.
- [Bates and Istance, 2002] R. Bates and H. Istance, Zooming interfaces! Enhancing the performance of eye controlled pointing devices. In: *Proc. of the Fifth International ACM Conference on Assistive Technologies ASSETS 2002*, ACM Press, 119-126.
- [Bates et al., 2005] R. Bates, H. Istance, L. Oosthuizen and P. Majaranta, D2.1 Survey of de-facto Standards in eye tracking. In: *Communication by Gaze Interaction (COGAIN)*, IST-2003-511598: Deliverable 2.1. Available at: <http://www.cogain.org/results/reports/COGAIN-D2.1.pdf> (checked 22.2.2008).
- [Breath Dasher Homepage, 2008] D. J. C. MacKay, Breath Dasher Homepage. Available at: <http://www.inference.phy.cam.ac.uk/dasher/development/breath/> (checked 9.2.2008).
- [Dasher Homepage, 2008] D. J. C. MacKay, Dasher Homepage. Available at: <http://www.inference.phy.cam.ac.uk/dasher/> (checked 9.2.2008).
- [Daunys et al., 2006] G. Daunys, B. K. Ersbøll, M. Böhme, O. Stepankova, A. Villanueva, E. Barth, M. Vester-Christensen, T. Delbruck, D. Dervinis, D. Droege, J. Fejt, M. Fejtová, D. W. Hansen, L. K. Hansen, D. Leimberg, A. Meyer, T. Martinetz, M. Ramanauskas and V. Vysniauskas, D5.2 Report on new approaches to eye tracking. In: *Communication by Gaze Interaction (COGAIN)*, IST-2003-511598: Deliverable 5.2. Available at: <http://www.cogain.org/results/reports/COGAIN-D5.2.pdf> (checked 21.2.2008)
- [Donegan et al., 2005] M. Donegan, L. Oosthuizen, R. Bates, G. Daunys, J. P. Hansen, M. Joos, P. Majaranta and I. Signorile, D3.1 User requirements report with observations of difficulties users are experiencing. In: *Communication by Gaze Interaction (COGAIN)*, IST-2003-511598: Deliverable 3.1. Available at: <http://www.cogain.org/results/reports/COGAIN-D3.1.pdf> (checked 22.2.2008).
- [Hansen et al., 2001] J. P. Hansen, D. W. Hansen and A. S. Johansen, Bringing gaze-based interaction back to basics. In: C. Stephanidis (Ed.), *Universal Access in HCI*, Lawrence Erlbaum Associates, 325-328.

- [Hansen et al., 2004] J. P. Hansen, K. Tørning, A. S. Johansen, K. Itoh and H. Aoki, Gaze typing compared with input by head and hand. In: *Proc. of Eye Tracking Research & Applications ETRA 2004*, 131-138.
- [Hansen et al., 2008] D. W. Hansen, J. P. Hansen, H. H. T. Skovsgaard and E. Møllenbach, Noise tolerant selection by gaze-controlled pan and zoom in 3D. In: *Proc. of Eye Tracking Research & Applications ETRA 2008*, 205-212.
- [Hawthorn, 2000] D. Hawthorn, Possible implications of aging for interface designers. *Interacting with Computers* **12** (2000) 507-528.
- [Huckauf and Urbina, 2007] A. Huckauf and M. Urbina, Gazing with pEYE: New concepts in eye typing. In: *Proc. of the 4th Symposium on Applied Perception in Graphics and Visualization APGV '07*, 141.
- [Isokoski, 2000] P. Isokoski, Text input methods for eye trackers using off-screen targets. In: *Proc. of Eye Tracking Research & Applications ETRA 2000*, 15-21.
- [Isokoski and Linden, 2004] P. Isokoski and T. Linden, Effect of foreign language on text transcription performance: Finns writing English. In: *Proc. of NordiCHI 2004*, 105-108.
- [Isokoski and Raisamo, 2004] P. Isokoski and R. Raisamo, Quikwriting as a multi-device text entry method. In: *Proc. of NordiCHI 2004*, 109-112.
- [Itoh et al., 2006] K. Itoh, H. Aoki and J. P. Hansen, A comparative usability study of two Japanese gaze typing systems. In: *Proc. of Eye Tracking Research & Applications ETRA 2006*, 59-66.
- [Jacob, 1991] R. J. K. Jacob, The use of eye movements in human-computer interaction techniques: What you look at is what you get. *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)* **9**, 2 (1991), 152-169.
- [Jacob and Karn, 2003] R. J. K. Jacob and K. S. Karn, Eye tracking in human-computer interaction and usability research: Ready to deliver the promises. In: J. Hyönä, R. Radach and H. Deubel (Eds.), *The Mind's Eyes: Cognitive and Applied Aspects of Oculomotor Research*. Elsevier Science, Oxford, 573-605.
- [Kurtenbach and Buxton, 1993] G. Kurtenbach and W. Buxton, The limits of expert performance using hierarchic marking menus. In: *Proc. of CHI 1993*, 482-487.
- [MacKay, 2006] D. J. C. MacKay, Dasher Manual. Available online at <http://www.inference.phy.cam.ac.uk/dasher/download/papers/Manual.pdf> (checked 9.1.2008).
- [MacKenzie and Soukoreff, 2003] I. S. MacKenzie and R. W. Soukoreff, Phrase sets for evaluating text entry techniques. In: *Proc. of CHI 2003: Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 754-755.

- [Majaranta et al., 2006] P. Majaranta, I. S. MacKenzie, A. Aula and K.-J. Räihä, Effects of feedback and dwell time on eye typing speed and accuracy. *Universal Access in the Information Society* 5, 2 (2006), 199-208.
- [Majaranta and Räihä, 2002] P. Majaranta and K.-J. Räihä, Twenty years of eye typing: Systems and design Issues. In: *Proc. of Eye Tracking Research & Applications ETRA 2002*, 15-22.
- [Majaranta and Räihä, 2007] P. Majaranta and K.-J. Räihä, Text entry by gaze: Utilizing eye-tracking. In: I. Scott MacKenzie and Kumiko Tanaka-Ishii (Eds.), *Text entry systems: Mobility, accessibility, universality*. San Francisco: Morgan Kaufmann, 175-187.
- [Salvucci and Anderson, 2000] D. D. Salvucci and J. R. Anderson, Intelligent gaze-added interfaces. In: *Proc. of CHI 2000*, 273-280.
- [Sclove, 2001] S. L. Sclove, Notes on Likert scales. Available at: <http://www.uic.edu/classes/idsc/ids270sls/likert.htm> (checked 21.3.2008)
- [Soukoreff and MacKenzie, 2003] R. W. Soukoreff and I. S. MacKenzie, Metrics for text entry research: An evaluation of MSD and KSPC, and a new unified error metric. In: *Proc. of CHI 2003*, 113-120.
- [Surakka et al., 2004] V. Surakka, M. Illi and P. Isokoski, Gazing and frowning as a new human-computer interaction technique. *ACM Transactions on Applied Perception* 1, 1 (2004), 40-56.
- [Tobii Technology, 2008] Tobii Technology, homepage: <http://www.tobii.com/> (checked 21.2.2008)
- [Tuisku et al., 2008] O. Tuisku, P. Majaranta, P. Isokoski and K.-J. Räihä, Now Dasher! Dash away! Longitudinal study of fast text entry by eye gaze. In: *Proc. of Eye Tracking Research & Applications ETRA 2008*, 19-26.
- [Urbina and Huckauf, 2007] M. Urbina and A. Huckauf, Dwell time free eye typing approaches. In: *Proc. of the 3rd Conference on Communication by Gaze Interaction COGAIN 2007*, 65-70.
- [Vertegaal, 1999] R. Vertegaal, The GAZE groupware system: Mediating joint attention in multiparty communication and collaboration. In: *Proc. of CHI 1999*, 294-301.
- [Vilkko-Riihelä, 1999] A. Vilkko-Riihelä, PSYYKE – *Psykologian käsikirja*. WSOY, 1999.
- [Villanueva et al., 2004] A. Villanueva, R. Cabeza and S. Porta, Eye tracking system model with easy calibration. In: *Proc. of Eye tracking Research & Applications ETRA 2004*, 55.
- [Ward et al., 2000] D. J. Ward, A. F. Blackwell and D. J. C. MacKay, Dasher - a data entry interface using continuous gestures and language models. In:

Proc. of UIST 2000: The 13th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, 129-137.

- [Ward and MacKay, 2002] D. J. Ward and D. J. C. MacKay, Fast hands-free writing by gaze direction. *Nature* **414** (2002), 838.
- [Ware and Mikaelian, 1987] C. Ware and H. H. Mikaelian, An evaluation of an eye tracker as a device for computer input. In: *Proc. of CHI 1987*, 183-188.
- [Wobbrock, 2007] J. O. Wobbrock, Measures of text entry performance. In: I. S. Mackenzie and K. Takana-Ishii (Eds.), *Text Entry systems: Mobility, accessibility, universality*. San Fransisco: Morgan Kaufmann, 47-74.
- [Wobbrock et al., 2007] J. O. Wobbrock, J. Rubinstein, M. Sawyer and A. T. Duchowski, Not typing but writing: Eye-based text entry using letter-like gestures. In: *Proc. of the 3rd Conference on Communication by Gaze Interaction COGAIN 2007*, 61-64
- [Wobbrock et al., 2008] J. O. Wobbrock, J. Rubinstein, M. Sawyer and A. T. Duchowski, Longitudinal evaluation of discrete consecutive gaze gestures for text entry. In: *Proc. of Eye Tracking Research & Applications ETRA 2008*, 11-18.
- [Wobbrock and Myers, 2006] J. O. Wobbrock and B. A. Myers, Trackball text entry for people with motor impairments. In: *Proc. of CHI 2006*, 479-488.

Taustatietolomake

Tällä lomakkeella keräämme taustatietoja tutkimukseemme. Esiinnyt tässäkin nimettömänä. Ainoastaan tunniste täytetään, että voimme yhdistää tämän lomakkeen tuloksiisi.

-
1. Ikä: ☐ alle 20
 ☐ 21 – 30
 ☐ 31 – 40
 ☐ 41 – 50
 ☐ 51 – 60
 ☐ 61 – 70

2. Sukupuoli: ☐ Mies
 ☐ Nainen

3. Oletko käyttänyt aikaisemmin Dasheria?

☐ En

☐ Kyllä

Miten, koska? _____

3. Oletko käyttänyt aikaisemmin katseenseurantalaitteistoa?

☐ En

☐ Kyllä

Mitä, milloin? _____

4. Oletko aikaisemmin osallistunut minkäänlaiseen tekstinsyöttötestiin?

(Tekstinsyöttökoe: Koe, jossa on tutkittu, kuinka kirjoitat (millä tahansa välineellä).)

☐ En

☐ Kyllä

Mihin, milloin, kuinka pitkään? _____

5. Onko näkösi normaali?

☐ Kyllä

☐ Kyllä, silmälaseilla korjattuna

☐ Ei

Kokeen vetäjä täyttää: Koehenkilön tunniste: _____

Vaitiolovelvollisuus

Minä _____ vakuutan kunniani ja omatuntoni kautta, että en käytä Dasher-ohjelmaa muualla kuin Katselaboratoriossa (en edes hiirellä), niin kauan kun olen mukana näissä testeissä.

Paikka ja aika

Allekirjoitus

Nimen selvennös

Haastattelukysymykset

1. Mitä mieltä olet Dasherista? (Ihan mitä vain yleisiä kommentteja)
2. Verrattuna tavalliseen näppäimistöön, kuinka nopeasti kirjoitat mielestäsi Dasherilla?
Vaihtoehdot: selvästi hitaampi, hieman hitaampi, yhtä nopea, hieman nopeampi, selvästi nopeampi
3. Verrattuna katsenäppäimistöön, kuinka nopeasti kirjoitat mielestäsi Dasherilla?
4. Muuta sanottavaa, mielipiteitä, kokemuksia?
 - Oliko jotain erityisen hankalaa?
 - Tuliko mieleen jotain, mitä voisit muuttaa Dasherissa, jos voit?
5. Jos verrataan katseella kirjoittamista Dasherilla hiirellä kirjoittamiseen Dasherilla, kumpi oli mielestäsi nopeampi ja tarkempi tapa?
 - Jos pitäisi valita, kummalla tavalla käyttäisit Dasheria kaikista mieluiten?

Esimerkkejä tutkimuslauseista

Kelloni putosi veteen.
Tuulee idästä.
Ei voi olla liian rikas tai liian laiha.
Hengittäminen on vaikeaa.
Näen Saturnuksen renkaat.
Fysiikka ja Kemia ovat vaikeita.
Pankkitilini on miinuksella.
Vaalit tuovat esiin parhaat.
Ruokana on spagettia.
On aika mennä ostoksille.
moottoriongelma
Norsut pelkäävät hiiriä.
paikka jossa käyn mieluiten
Kolme, kaksi, yksi, nolla, lähtö.
Pidän psykologiasta.
sietämättömät olosuhteet
Varo matalalla lentäviä esineitä.
jos et heti onnistu
Ilmoita syntymäaikasi.
Toimimme riskirajalla.
Kouluissa rukoileminen on joidenkin mielestä loukkaavaa.
Hän on aivan samanlainen kuin kaikki muutkin.
Suuri häiriö voimassa.
Rakkaus on monimerkityksinen.
Alat varmaan tulla vanhaksi.
Maailma on näyttämö.
Voinko luistella siskon kanssa tänään?
Älä elä velaksi äläkä anna lainaa.
Siinäpä vasta kysymys.
Tuohon kysymykseen on löydettävä vastaus.
Varo salamurhaajia.
Liirum laarum.
kieltäytyksen voima
Olen samaa mieltä.
Älä sano mitään.
Soita se uudestaan Sam.
Voima on kanssasi.
Et ole vielä jedi.
Tarjous josta ei voi kieltäytyä.
Puhutko minulle?
Joo, joo, olet perin etevä.
pelkkää työtä ilman huveja
Hiusgeeli on hyvin rasvaista.
perhepakkaus valiumia
Tosiasiat ovat tiellä.
unien näkijät
Oliko hauskaa?
Tila on tärkeää.